Environnement Canada
Conservation et Protection

Environment Canada
Conservation and Protection

Gestion de la demande d'eau au Canada: Examen des mesures actuelles

D. M. Tate

Étude n^{o} 23, Collection des sciences sociales

Direction générale des eaux intérieures
Direction de la planification et de la gestion des eaux
Ottawa, Canada, 1990

(Available in English on request)

Canada

Le Comité associé d'hydrologie, du Conseil national de recherches du Canada, relève les besoins en documents faisant le point sur des sujets hydrologiques à l'endroit desquels des recherches doivent être réalisées, et il demande et favorise l'établissement de tels documents. Ce comité a demandé que le présent rapport soit rédigé, et il est heureux de vous le présenter. Les opinions exprimées dans ce rapport sont celles de l'auteur.

Imprimé sur du papier contenant d'anciens papiers recyclés

Publié avec l'autorisation
du ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
N° de cat. En 36-507/23F
ISBN 0-662-96338-5

91-02051/

Table des matières

Page

RÉSUMÉ vi

ABSTRACT vii

REMERCIEMENTS viii

1. INTRODUCTION 1
   Grandes lignes 1

2. PRINCIPES DE LA GESTION DE LA DEMANDE D'EAU 3
   Concepts de la gestion de la demande d'eau 3
      Mécanismes de partage des ressources 3
      Élargissement de l'éventail des options de gestion de l'eau 4
      Définition de la conservation de l'eau 4
      Encouragement de la mise en valeur durable des ressources 5
      Répercussions et réactions 5
   Techniques existantes de gestion de la demande d'eau 5
      Techniques économiques 6
      Techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation 6
      Techniques socio-politiques 6
      Liens entre les techniques 6
   Critères d'évaluation des méthodes de gestion de la demande d'eau 7
      Évaluation technique 7
      Évaluation économique 7
      Évaluation financière 7
      Évaluation environnementale 8
      Évaluation sociale, politique et institutionnelle 8
   Avantages de la gestion de la demande d'eau 8

3. ACQUISITION DE DONNÉES ET RECHERCHES SUR LA DEMANDE D'EAU . . 10

4. GESTION DE LA DEMANDE MUNICIPALE D'EAU 12
   Faits de base 12
   Problèmes existants et imminents 12
   Techniques de gestion de la demande municipale d'eau 13
      Techniques de gestion de la demande municipale d'eau 13
         Barèmes de tarification de l'eau employés par les municipalités 14
         Données et tarifs canadiens 17
         Amélioration des barèmes de tarification de l'eau 18
         Tarification de l'utilisation des ressources et changement technologique . . 19
      Techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation 19
      Techniques socio-politiques 21
   Problèmes de gestion de la demande dans le contexte des municipalités 22
   Conséquences de la gestion de la demande d'eau dans le secteur municipal . . 23

Table des matières (suite)

Page

5. GESTION DE LA DEMANDE D'EAU INDUSTRIELLE 24
Faits de base 24
Problèmes existants et imminents 25
Techniques industrielles de gestion de la demande d'eau 25
Techniques économiques 25
Pollution industrielle de l'eau 26
Exemples de tarification actuelle de l'utilisation industrielle de l'eau 27
Stimulants économiques destinés à réduire la pollution industrielle 27
Techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation 28
Techniques socio-politiques 30
Problèmes de gestion de la demande dans les industries 30
Conséquences de la gestion de la demande d'eau dans le secteur industriel . . . 31

6. GESTION DE LA DEMANDE D'EAU AGRICOLE 33
Faits de base 33
Techniques agricoles de gestion de la demande d'eau 33
Techniques économiques 33
Méthodes classiques de tarification de l'utilisation de l'eau 33
Méthodes actuelles de tarification de l'utilisation de l'eau 34
Méthodes de tarification de l'utilisation de l'eau en vue de la réduction de l'utilisation 34
Techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation 34
Techniques socio-politiques 35
Historique de la politique publique sur l'irrigation 36
Techniques socio-politiques actuelles 36
Problèmes de gestion de la demande d'eau en agriculture 36
Conséquences de la gestion de la demande dans le secteur agricole 37

7. GESTION DE LA DEMANDE D'EAU ET UTILISATIONS SANS PRÉLÈVEMENT . . 38
Valeur de l'eau à des fins d'utilisation sans prélèvement 38
Utilisation récréative de l'eau 39
Mesure de l'utilisation récréative de l'eau 40
Gestion de la demande d'eau dans le contexte des loisirs 40

8. EXPÉRIENCES DE GESTION DE LA DEMANDE D'EAU VÉCUES À L'ÉTRANGER 41
Secteur municipal 41
Secteur industriel 42
Secteur agricole 44

9. VERS UN PROGRAMME CANADIEN DE GESTION DE LA DEMANDE D'EAU . . . 45
Éléments généraux de la stratégie 45
Éléments municipaux de la stratégie 47
Éléments industriels de la stratégie 49
Éléments agricoles de la stratégie 50
Relevé préliminaire des données et recherches nécessaires 50
Besoins en données 50
Besoins en recherches analytiques 51
Besoins en recherches techniques 52
Besoins en recherches socio-économiques 53

Table des matières (suite)

Page

10. ÉVALUATION DES MESURES DE POINTE DE LA GESTION DE LA DEMANDE D'EAU AU CANADA 55

RÉFÉRENCES 57

Tableaux

1. Utilisation de l'eau au Canada, 1981 10
2. Utilisation urbaine ménagère de l'eau en 1983, par pays choisi 12
3. Utilisation urbaine de l'eau par principale utilisation finale 12
4. Élasticités typiques par rapport aux tarifs résidentiels 14
5. Comparaison internationale des tarifs moyens de l'eau, 1986 14
6. Fréquence du recours des municipalités canadiennes aux différentes méthodes de tarification en 1986 15
7. Tarification de détail de l'utilisation de l'eau à des fins résidentielles et commerciales, par province et tranche de taille de population 16
8. Prix total versé par les utilisateurs résidentiels à l'égard de volumes d'eau choisis, par province et tranche de taille de population 16
9. Prix typiques de liquides populaires 17
10. Effets de la mesure au compteur sur le pompage municipal de l'eau 20
11. Caractéristiques de l'utilisation industrielle de l'eau en 1981 24
12. Coûts industriels de l'eau par élément et industrie, 1981 25
13. Redevances annuelles des industries de fabrication, par province 27
14. Taux d'utilisation industriels au Canada, par année choisie 29
15. Répercussions de la recirculation maximale de l'eau sur les prélèvements d'industries choisies, 1981 29
16. Moyens socio-politiques d'encourager la gestion de la demande d'eau industrielle 30
17. Caractéristiques de l'utilisation agricole de l'eau en 1981 33
18. Améliorations pouvant être apportées à l'efficacité des utilisations de l'eau pour l'irrigation 35
19. Estimations choisies de la valeur économique de l'eau au Canada en 1981 38
20. Mesures choisies de l'utilisation récréative de l'eau 40

Résumé

Les concepts et les approches de la gestion de la demande d'eau sont examinés, et une attention spéciale est accordée à leur application au Canada. On définit la gestion de la demande d'eau comme une mesure sociale avantageuse visant à réduire ou à réaménager les prélèvements moyens et de pointe d'eau de surface ou souterraine tout en maintenant ou réduisant le degré de dégradation de l'eau restituée. L'approche de la gestion de la demande diffère des approches traditionnelles de gestion des approvisionnements en ce qu'elle fait intervenir principalement des politiques sociales et économiques pour influencer les utilisations de l'eau. Elle devrait être considérée comme complémentaire et non comme un substitut à celles-ci. Des concepts économiques, comme la tarification et l'imposition de redevances en fonction des caractéristiques des effluents, sont jugés essentiels pour son instauration comme l'une des approches fondamentales de gestion de l'eau au Canada.

Le thème de la gestion de la demande est développé dans quatre chapitres consacrés chacun à un secteur d'utilisation de l'eau : services municipaux, industrie, agriculture et utilisations sans prélèvement. Dans le chapitre sur les services municipaux, on examine le rôle de la tarification comme moyen de rationaliser les demandes d'eau. Dans celui sur les besoins industriels, on se penche sur la gestion de la demande comme mesure de lutte contre la pollution des effluents et on conclut que des mesures comme la tarification pourraient représenter des compléments utiles à la réglementation. Des questions touchant l'ordre public sont examinées dans le chapitre sur les utilisations agricoles; on arrive à la conclusion que les forts prélèvements d'eau pour l'irrigation sont sanctionnés par les politiques de développement public et que les aspects économiques ne sont pris en considération que secondairement. Dans le chapitre sur les utilisations sans prélèvement, il est principalement question de la valeur de l'eau et du rôle de la gestion de la demande pour l'accroissement de cette valeur. Dans les chapitres qui suivent, on décrit notamment des expériences de gestion de la demande dans d'autres pays ainsi que des stratégies qui pourraient être utilisées pour mettre en place un programme complet de gestion de la demande d'eau au Canada. La conclusion finale du rapport est que la gestion de la demande n'en est qu'à ses premiers pas au Canada; appliquée en combinaison avec les approches actuelles, elle pourrait permettre une meilleure gestion de l'eau à l'avenir.

Abstract

This paper presents an in-depth review of water demand management with emphasis on Canadian applications. Water demand management is defined as any socially beneficial measure that reduces or reschedules average or peak withdrawals from surface- or ground-water sources while maintaining or mitigating the extent to which return flows are degraded. The demand management approach differs from traditional supply-oriented approaches in placing its emphasis on social and economic policies to influence the uses to which water is put. This approach should be viewed as complementing, not replacing, supply management. Economic concepts, such as effective water pricing and charges based on waste effluent characteristics, are viewed as central to introducing demand management as one of the fundamental approaches to water management in Canada.

The demand management theme is developed for four water use sectors: municipal, industrial, agricultural, and nonwithdrawal uses. The role of realistic water pricing is developed in the municipal chapter as an effective means of rationalizing water demands. The industrial chapter examines demand management measures for effluent control, finding that measures such as pricing offer valuable adjuncts to regulatory approaches. Issues of public policy are examined in the agricultural chapter, where it is concluded that high water use in irrigation is sanctioned by public development policies with only secondary attention to matters of resource economics. The chapter on nonwithdrawal use focuses on the value of water and the role of demand management in enhancing this value. Later chapters include an outline of international experiences in demand management and an outline of strategies that can be used to implement a comprehensive water demand management program in Canada. The overall conclusion is that demand management is currently in its infancy in Canada and that the approach, when used in tandem with current approaches, offers the prospect of improved water management in the future.

Remerciements

Nous savons gré de leurs critiques judicieuses et constructives d'une version préliminaire du présent document à H. Demard (Université du Québec), R. Feagan (Simon Fraser University), P. Hess (Environnement Canada), P. Herrington (University of Leicester, Royaume-Uni), B. Mitchell (University of Waterloo), C. Topp (Agriculture Canada) et C. Wright (Environnement Canada). De plus, nous remercions P. Dossett de l'aide à la recherche et de l'appui qu'elle nous a donnés.

Introduction

Au Canada, la gestion de l'eau a consisté, par le passé, à manipuler les énormes ressources naturelles en eau douce pour répondre aux besoins des Canadiens. Pareille gestion, fondée sur l'offre, s'est pratiquée dans tous les secteurs de l'économie, depuis l'alimentation municipale en eau jusqu'à la navigation. L'augmentation des coûts d'exploitation, la pénurie de capitaux, la compression des dépenses des gouvernements, la diminution des sources d'approvisionnement en eau, la pollution de l'eau et l'augmentation de l'attention prêtée à la conservation de l'environnement ont obligé les gestionnaires des eaux à réviser les méthodes de gestion classiques et à en expérimenter de nouvelles.

Toutes les pressions exercées en vue du changement de la gestion de l'eau tiennent à un même fait fondamental: les pénuries de ressources augmentent en nombre et en gravité à mesure que la croissance économique et le développement se poursuivent. Les recherches réalisées par Barnett et Morse (1973) indiquent que la société peut combler ces pénuries, mais que cela comporte nécessairement une augmentation du coût social de l'exploitation des ressources. Dans le domaine des ressources en eau, on commence à peine à reconnaître la pénurie de ressources. La gestion de la demande d'eau est une des conséquences stratégiques.

Dans le présent document, nous examinerons en détail les principes et méthodes de gestion de la demande d'eau. Un récent rapport (Brooks et Peters, 1988), dont nous nous sommes beaucoup inspiré, définit la gestion de la demande d'eau en tant que comprenant «toute mesure qui permet de réduire les prélèvements, moyens ou de pointe, d'eaux de surface ou d'eaux souterraines sans accroître le degré de dégradation des eaux usées». Nous emploierons cette définition aux fins du présent document, mais nous y ajouterons la notion selon laquelle les avantages que les mesures présentent pour la société doivent dépasser le coût de son adoption. Il s'agit non pas d'économiser de l'eau à cette seule fin, mais de faire augmenter le bien-être net de la société grâce à la gestion de la demande d'eau.

La gestion de la demande d'eau est une stratégie consistant à encourager l'assouplissement de la planification et de la prise de décision par la prise en compte méthodique de différents facteurs socio-économiques et politiques ainsi que de facteurs physiques classiques. Elle englobe non seulement la quantité, mais aussi la qualité de l'eau, car elle met les déversements de déchets et la pollution de l'eau dans une optique nouvelle.

Nous devons souligner, avant de poursuivre, que la gestion de la demande d'eau est le complément, plutôt que le remplacement, des techniques de gestion classiques, fondées sur l'offre, qui doivent continuer à être employées pour que l'eau soit gérée efficacement. L'approche préconisée dans le présent document élargit l'éventail des options des gestionnaires de l'eau en prévoyant l'intégration de considérations ayant trait à la demande aux raisonnements sur lesquels ils fondent leurs décisions.

GRANDES LIGNES

Le présent document comprend huit sections, chacune desquelles traitant d'un volet important de la gestion de la demande d'eau.

Le chapitre 2 traite des principes sur lesquels repose la gestion de la demande, présente les grandes lignes des principales techniques employées pour gérer la demande d'eau, et indique les points saillants des avantages de la gestion de la demande d'eau. Le chapitre 3 décrit les programmes fondamentaux de recherche et de collecte de données qui doivent être réalisés pour acquérir les connaissances nécessaires à la gestion de la demande d'eau.

Les chapitres 4, 5 et 6 portent sur trois importantes catégories d'utilisations: municipales, industrielles et agricoles. Des renseignements de base sur l'utilisation de l'eau et les problèmes existants et imminents sont présentés à l'égard de chaque catégorie. Vient ensuite un examen approfondi des techniques de gestion de la demande d'eau qui peuvent être employées et des conséquences de l'adoption de cette gestion.

Le chapitre 7 traite des répercussions de la gestion de la demande d'eau sur les utilisations sans prélèvement de l'eau. Les principales méthodes et difficultés de détermination de la valeur de l'eau aux fins

de ces utilisations sont présentées. La deuxième moitié du chapitre est axée sur les activités récréatives en tant qu'exemple d'utilisation sans prélèvement dans le contexte de la gestion de la demande d'eau.

Des méthodes de gestion de la demande d'eau ont été essayées périodiquement, avec différents degrés de succès, dans d'autres pays. Le chapitre 8 présente un état succinct des expériences vécues à l'étranger.

Le chapitre 9 indique les principales mesures à prendre pour intégrer pleinement la gestion de la demande d'eau à la façon dont les Canadiens gèrent leurs ressources en eau. Il présente les principes et programmes fondamentaux nécessaires à une gestion efficace de la demande d'eau, tant en général que du point de vue de chacune des grandes catégories d'utilisations de l'eau. Ce chapitre souligne particulièrement l'importance de la recherche et de l'acquisition de données et indique un certain nombre de recherches possibles.

Le dernier chapitre constitue un résumé de la situation actuelle de la gestion de la demande d'eau au Canada. Il comprend des recommandations sur les étapes à suivre pour mettre efficacement en oeuvre la stratégie de gestion de la demande.

Principes de la gestion de la demande d'eau

CONCEPTS DE LA GESTION DE LA DEMANDE D'EAU

La stratégie de gestion de la demande d'eau repose sur un certain nombre de concepts: l'examen des mécanismes fondamentaux d'affectation des ressources qui sont utilisés dans les pays occidentaux, l'élargissement de l'éventail des mécanismes possibles de gestion de l'eau, une définition pratique et quantifiable de la conservation de l'eau, et l'encouragement de la mise en valeur durable des ressources. Chacun de ces concepts est traité succinctement ci-dessous afin d'indiquer les points saillants de certaines des bases de la gestion de la demande d'eau.

Mécanismes de partage des ressources

Les pays occidentaux se fient beaucoup aux marchés économiques pour ce qui est de la répartition des biens et services entre les consommateurs et du partage des ressources entre les producteurs. Bien qu'il arrive souvent que le secteur public intervienne dans les marchés privés en réponse à des pressions faites par le public ou à cause des iniquités auxquelles donne lieu un marché débridé, la tarification est un des principaux mécanismes de partage des ressources. Aux fins de la gestion de la demande d'eau, il est d'une importance cruciale qu'on reconnaisse cette caractéristique de base et qu'on fonde des programmes sur elle. Il y a donc lieu d'étudier le partage des ressources de façon plus poussée dès le début du présent document.

Du temps où il présidait le conseil des conseillers économiques du président Carter, Charles Schultze a présenté des arguments en faveur de l'augmentation du recours au jeu des forces économiques à des fins publiques telles que la protection de l'environnement. M. Schultze (1977) a indiqué un choix critique à faire quant à l'intervention publique dans le marché une fois qu'on a perçu un problème justifiant pareille intervention. D'une part, l'intervention peut consister à commander et à contrôler le secteur privé afin de régler le problème. D'autre part, on peut mettre le secteur privé à contribution dans toute la mesure du possible à cette fin. Dans presque tous les cas d'intervention publique, y compris ceux qui avaient trait à la gestion de l'eau, c'est la première option qu'on a retenu. On n'a que rarement essayé de mettre au point des techniques d'intervention permettant de conserver certaines des qualités du marché libre (Schultze, 1977, p. 6). Le public ne reçoit que peu d'indications au sujet des causes des problèmes ou des solutions à y apporter. On n'établit que peu de modèles de marché afin de faciliter le règlement des problèmes. Puisqu'il est mal informé au sujet des véritables coûts de l'utilisation des ressources, il est inévitable que le public n'emploie pas les ressources disponibles de façon optimale ou d'une manière qui a même vaguement trait à l'optimum.

Selon M. Schultze, les sociétés occidentales manquent des avantages parce qu'elles s'attaquent aux problèmes publics sans profiter de certaines des caractéristiques du partage du marché. Premièrement, cela ne leur permet pas d'employer des arrangements convenus unanimement pour chercher des solutions. Par contre, les affrontements par des moyens juridiques et par la réglementation sont courants, ce qui a pour résultat que les problèmes demeurent en suspens devant les tribunaux, sont carrément rejetés par ceux-ci ou ont tendance à persister parce que très peu de changements se produisent. Deuxièmement, il arrive souvent que les stratégies employées nécessitent l'utilisation d'une information difficile à obtenir, alors qu'en situation de recours au marché, chacune des parties intéressées procède à des modifications appropriées aux circonstances dans lesquelles elle se trouve et s'efforce en même temps de régler les problèmes. Troisièmement, il arrive souvent que les stratégies axées sur le marché donnent à l'innovation une orientation socialement souhaitable, alors que la réglementation ne suffit nettement pas, dans la plupart des cas, à engendrer l'effort nécessaire à l'établissement de solutions nouvelles et efficaces. Solow (1957) a prouvé que le jeu des forces économiques a favorisé énormément le changement technologique, qui est intervenu pour 85 % de l'expansion de l'économie des États-Unis de 1909 à 1949. Le problème que pose la réglementation, qui a tendance à déformer les mécanismes du marché, est particulièrement grave sous le rapport de l'environnement, parce que le changement des procédés et le perfectionnement des techniques sont probablement les meilleurs moyens de protéger l'environnement. Dans un récent rapport, l'Organisation

pour la coopération et le développement économiques (OCDE, 1984, p. 7) a effectivement indiqué qu'à long terme, les instruments économiques accélèrent l'innovation en matière de réduction de la pollution. La tarification et d'autres instruments économiques comme les permis de mise en marché, en plus des instruments classiques de réglementation, sont des stimulants destinés d'abord à réduire les coûts.

Ce qu'il convient de retenir des propos de M. Schultze, c'est que l'application des principes du marché privé au règlement de problèmes publics présente des avantages et qu'il serait utile de mettre peu à peu certains de ces principes en pratique dans la gestion publique. Par exemple, l'un de ces avantages serait que les principes du marché accélèrent le processus optimum d'adoption de techniques d'économie d'eau. Il ne s'agit pas d'adopter aveuglément tous les principes en question dans le secteur public car, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, un marché sans contrainte ne vaut pas toujours mieux qu'un marché réglementé. Il suffit simplement de se rappeler que nous ne devrions pas négliger une des bases de notre société au cours de la gestion publique.

C'est pourquoi la gestion de la demande d'eau a pour but de faire jouer les forces du marché dans le règlement des problèmes environnementaux. Les chapitres suivants du présent document indiquent un certain nombre de situations dans lesquelles des principes dérivés des concepts marchands peuvent servir à cerner et à régler des problèmes environnementaux. Si l'on devait ne tirer qu'une seule leçon de la situation actuelle de la gestion de la demande, ce serait que les principes marchands forment un ensemble important, bien qu'inutilisé en grande partie, de techniques de gestion des eaux qu'il y aurait lieu d'examiner en détail au cours des recherches et applications futures.

Élargissement de l'éventail des options de gestion de l'eau

La gestion de l'eau consiste à choisir des mesures précises au sein de l'éventail des moyens viables de répondre aux besoins en eau de la société. Autrement dit, à chaque problème que posent les ressources en eau correspond un certain nombre de solutions possibles, et la gestion efficace est l'art de choisir des solutions judicieuses.

Le professeur Gilbert White (1961) et ses collègues de l'University of Chicago ont établi une manière méthodique de s'attaquer aux problèmes relatifs aux eaux qui nécessite l'élargissement de l'éventail des options examinées au cours de l'établissement de techniques de gestion. La méthode découle principalement de l'expérience acquise en s'attaquant à des problèmes d'inondation et d'aménagement des plaines inondables. Selon la méthode du professeur White, par exemple, le gestionnaire devrait tenir compte non seulement des options structurales (p. ex., les digues, les barrages), mais aussi d'autres moyens de planifier l'aménagement des plaines inondables (p. ex., le zonage et les politiques sur les espaces ouverts). Dans un même ordre d'idées, les gestionnaires qui doivent faire face à des problèmes d'approvisionnement en eau dans le contexte actuel devraient tenir compte à la fois des possibilités de manipulation des approvisionnements et des possibilités de gestion de la demande. Le fait d'élargir ainsi l'éventail des solutions possibles devrait permettre d'améliorer la prise de décision, d'en faire augmenter l'efficacité et d'en réduire le coût, ce qui devrait rendre la gestion plus efficace. Ce point de vue est illustré dans les chapitres suivants.

On pourrait soutenir que l'élargissement de l'éventail des options de gestion dépend du régime économique. Plus l'exploitation des ressources devient coûteuse, plus il est possible de mettre en oeuvre de nouvelles façons de les utiliser. Néanmoins, il importe de souligner que dans le domaine des ressources en eau, où l'on n'a jamais accordé beaucoup d'importance aux facteurs économiques (par opposition aux facteurs financiers) aux fins de la prise des décisions de partage, on peut élargir l'éventail des options, et cela favorise dans bien des cas tant l'économie que la gestion de l'eau.

Définition de la conservation de l'eau

Baumann et coll. (1980) ont examiné le mouvement de la conservation de l'eau et ses répercussions sur la gestion de l'eau. Ils ont constaté qu'il y avait de nombreuses définitions discordantes et contradictoires de la conservation et que peu d'entre elles permettaient vraiment d'aborder les problèmes de gestion de façon analytique. Insistant sur l'importance de la capacité de mesurer les efforts de conservation et d'en suivre l'évolution, Baumann a envisagé la conservation de l'eau dans une optique avantages–coûts. C'est pourquoi il a défini la conservation de l'eau en tant que «réduction de l'utilisation de l'eau, ou de la perte d'eau, qui est profitable à la société». La profitabilité pour la société nécessite des solutions de compromis entre les avantages et les coûts d'une mesure de gestion de l'eau et peut, par conséquent, être mesurée à l'aide de méthodes d'analyse avantages–coûts. De plus, selon cette définition, la conservation de l'eau a des bénéficiaires précis et englobe le vaste éventail des utilisations de l'eau avec prélèvement et sans prélèvement. Comme nous l'avons indiqué dès le départ, la combinaison de cette définition et du concept

de la gestion de la demande constitue l'axe de la stratégie de gestion de la demande d'eau, c'est-à-dire que le but final est non pas de réduire l'utilisation de l'eau, mais de faire augmenter le bien-être de la société.

Dans les régions où il y a pénurie d'eau ou risque de pénurie, l'économie d'eau peut fort bien constituer un objectif social. Les coûts associés à l'incertitude quant aux besoins futurs, à l'importance de garder des options possibles en matière de développement, et aux avantages de sauvegarder les écosystèmes ne reflètent vraisemblablement pas la réalité. Il découle de ceci que la notion de «profitabilité pour la société» devrait être comprise dans son acception la plus large, de façon à inclure les bénéfices intangibles. Toutefois,la définition de la conservation que donnent ici Baumann et coll. (1980) reste valable.

Encouragement de la mise en valeur durable des ressources

La gestion de la demande d'eau cadre avec le principe du «développement durable», terme dont l'usage a été lancé pendant les années 1980 au cours de l'établissement, par les Nations Unies, de la Stratégie mondiale de la conservation. Le concept du développement durable se résume comme suit:

la modification de la biosphère et l'emploi de ressources humaines, financières, vivantes et non vivantes, pour satisfaire aux besoins des hommes et améliorer la qualité de leur vie. Pour assurer la pérennité du développement, il faut tenir compte des facteurs sociaux et écologiques, ainsi que des facteurs économiques, de la base des ressources vivantes et non vivantes, et des avantages et désavantages à long terme et à court terme des autres solutions envisageables. (UICN, 1980, p. 1.) *

Le concept du développement durable a été adopté en réponse aux adversaires du mouvement de la conservation, qui soutenaient que les partisans de celle-ci s'opposaient nécessairement à la mise en valeur des ressources. En présentant le concept du développement durable dans la Stratégie mondiale de la conservation, on tentait d'intégrer conservation et développement afin de voir à ce que les modifications de l'environnement assurent le bien-être de tous les humains. Le rapport de la Commission Brundtland, qui s'intitule *Notre avenir à tous* (Commission mondiale sur l'environnement et le développement,1987), témoigne d'un grand effort fait pour prouver les liens étroits qui existent entre l'économie et l'environnement ainsi que l'importance primordiale du concept de la durabilité du développement. Dans un récent rapport, le Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement (1987) appuie aussi l'adoption de la durabilité en tant qu'important concept de la gestion future.

La gestion de la demande d'eau favorise et encourage la réalisation de l'objectif du développement durable. Selon Postel (1985, p. 7), «ce n'est que si l'on gère la demande d'eau, au lieu de s'efforcer incessamment d'y répondre, qu'on peut espérer assurer la sécurité et la durabilité véritables des approvisionnements futurs en eau.»

Répercussions et réactions

L'union des concepts susmentionnés constitue la base de la gestion de la demande d'eau. Si l'on s'inspire des stimulants que prévoit le marché privé, on pourra envisager de nouvelles méthodes de partage des eaux en situation de pénurie. Qui plus est, on devrait pouvoir élargir l'éventail des solutions possibles aux fins de la prise des décisions de gestion. Les concepts de la conservation, bien qu'ils aient été définis de façon confuse par le passé, donnent une raison d'être à la gestion de la demande d'eau: faire augmenter le bien-être de la société grâce à une réduction socialement souhaitable de l'utilisation de l'eau. Au Canada, l'objectif est d'économiser des ressources dans un contexte économique et non d'économiser de l'eau à cette seule fin. En dernier lieu, et c'est peut-être ce qui importe le plus, le besoin d'assurer la durabilité du développement est le but mondial de la gestion de la demande d'eau. Les ressources en eau sont limitées, même au Canada, par des pénuries régionales, par la diminution de leur qualité ou, indirectement, par les contraintes imposées au capital de mise en valeur. C'est pourquoi la mise en valeur doit devenir durable. Or, les stratégies de gestion de la demande comptent parmi les moyens d'arriver à cette fin.

TECHNIQUES EXISTANTES DE GESTION DE LA DEMANDE D'EAU

La gestion de la demande d'eau se pratique à l'aide d'un éventail d'instruments et de techniques, qui peuvent être répartis entre trois catégories: économiques, socio-politiques, et relatifs aux structures et aux modes d'utilisation. Notre classification des techniques ressemble à celle qui a été proposée dans un rapport du service de recherche du Congrès des États-Unis au sujet des moyens par lesquels les utilisateurs urbains peuvent réaliser des économies d'eau (Flack, 1981).

* Les citations contenues dans ce document ont été traduites par le Secrétariat d'État du Canada.

Vous trouverez ci-dessous les grandes lignes de chaque technique. Des renseignements sur leur application à des utilisations précises de l'eau figurent aux chapitres 4, 5 et 6. Il importe de remarquer que les techniques de gestion de la demande d'eau portent sur les préoccupations en matière tant d'élimination des déchets que d'alimentation en eau.

Techniques économiques

Les techniques économiques reposent sur une gamme de moyens pécuniaires d'encouragement (p. ex., les ristournes et les crédits d'impôt) et de dissuasion (p. ex., les hausses de prix, les amendes et les sanctions) destinés à communiquer aux utilisateurs des renseignements exacts au sujet de la valeur de l'eau. Il s'agit de favoriser l'amélioration des pratiques d'utilisation de l'eau par l'augmentation de la conservation et de la durabilité des ressources en eau. La tarification réaliste de l'utilisation de l'eau est un des instruments les plus fondamentaux de la gestion de la demande d'eau. Bon nombre d'options de gestion de cette demande sont axées sur pareille tarification. La tarification de l'utilisation de l'eau est une des principales stratégies prévues par la Politique fédérale relative aux eaux adoptée en 1987, qui encourage l'adoption du principe de la tarification réaliste en tant que moyen de modérer la demande d'eau et d'obtenir des recettes permettant de couvrir les coûts (Environnement Canada, 1987a, p. 8). Millerd (1984, p. 8) a examiné le concept de la tarification dans le contexte de la gestion de la demande d'eau. Il a déclaré ce qui suit:

Les tarifs jouent deux rôles essentiels sur le marché: ils limitent la consommation et encouragent la production. La limitation de la consommation est nécessaire puisque la rareté empêche à la fois la réponse à tous les besoins et la production illimitée de biens et de services. Il faut mesurer les biens et services aux consommateurs et les facteurs de production aux producteurs. La tarification permet, par le jeu de la concurrence, de voir à ce que les biens et services soient affectés aux utilisateurs auxquels on accorde le plus de valeur et à ce que les facteurs de production soient attribués aux utilisations qui rapportent le plus. Les tarifs encouragent la production en indiquant le prix que les consommateurs sont disposés à payer, ce qui pousse les producteurs à mettre l'accent sur les produits qui leur sont les plus profitables.

Autrement dit, en des termes simples, les tarifs envoient des signaux aux consommateurs et aux producteurs au sujet de la valeur économique de l'utilisation des ressources.

Techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation

Les techniques structurales sont celles qui consistent à modifier les structures existantes afin de mieux contrôler la demande d'eau. Ces techniques comprennent, par exemple, la mesure au compteur, la modernisation, la régularisation des écoulements et le recyclage. La mesure au compteur est particulièrement importante parce qu'elle constitue la première étape de l'établissement d'arrangements de tarification efficaces. Sans mesure de l'utilisation au compteur, tout effort de tarification selon la demande et de gestion de la demande sera inutile. Nous traiterons de la mesure au compteur de façon plus poussée au chapitre 4. De plus, les techniques structurales comprennent les changements de pratique à caractère physique, tels que la culture d'espèces végétales indigènes afin de réduire les besoins en arrosage et l'amélioration de l'équipement d'arrosage afin de réduire la quantité d'eau employée. Les techniques ayant trait aux modes d'utilisation sont les modifications que les utilisateurs peuvent apporter à leurs façons d'utiliser l'eau pour mieux contrôler la demande. Elles comprennent la détection et la réparation des fuites et les restrictions à l'utilisation de l'eau pendant les périodes de pénurie d'eau.

Techniques socio-politiques

Dans le contexte de la gestion de la demande d'eau, on entend par techniques socio-politiques les politiques et les mesures connexes qui peuvent être adoptées par des organismes publics afin d'encourager la conservation de l'eau. Ces techniques comprennent la réalisation de programmes de sensibilisation du public et l'adoption de politiques économiques gouvernementales et de textes réglementaires tels que les codes du bâtiment et les normes portant sur la modification des appareils ménagers. Il s'agit d'instruments permettant de voir à ce que le public collabore à l'amélioration des pratiques de gestion de l'eau. C'est pourquoi l'éducation efficace du public est une des techniques les plus importantes de cette catégorie.

Liens entre les techniques

Dans bien des cas, les techniques de gestion de la demande sont liées entre elles, comme le souligne Postel (1985, p. 42) dans le contexte de la gestion municipale de l'eau.

Les efforts fructueux de réduction de la demande par habitant comprennent invariablement une combinaison de techniques d'économie d'eau, de stimulants économiques, de mesures de réglementation et d'éducation du public. Ces moyens se renforcent les uns les autres, et leur efficacité est maximale s'ils sont jumelés. La majoration des tarifs d'utilisation de l'eau, par exemple, encourage les consommateurs à installer des dispositifs d'économie d'eau dans leurs maisons et appartements et à opter pour le maintien de la végétation indigène à l'achat d'une habitation neuve. L'éducation est d'une importance cruciale pour ce qui est de faire appuyer la conservation et de rendre les gens conscients des moyens faciles et rentables qu'ils peuvent prendre pour économiser l'eau.

CRITÈRES D'ÉVALUATION DES MÉTHODES DE GESTION DE LA DEMANDE D'EAU

L'efficacité des procédures d'évaluation est un des principaux facteurs de l'adoption de nouvelles stratégies de gestion. Il découle de la définition de la gestion de la demande d'eau que nous avons présentée ci-dessus que les méthodes choisies doivent réduire l'utilisation ou la consommation d'eau et présenter, à l'analyse avantages-coûts, un avantage net pour la société. Dans la présente section, qui est fondée sur les travaux accomplis par Herrington au nom de l'Organisation pour la coopération et le développement économiques (OCDE, 1987a), nous examinerons ces deux critères et d'autres qui peuvent servir à évaluer différentes mesures de gestion de la demande d'eau.

Évaluation technique

Toute méthode de gestion de la demande devrait être assujettie à une évaluation technique destinée à établir une estimation de la réduction réelle de la demande ou des déversements qui découle de l'emploi de la méthode. L'évaluation technique peut faire intervenir le concept de l'efficacité technique, qui est fondé sur le rapport entre l'eau pompée à l'entrée du réseau et l'eau livrée au consommateur ou à l'utilisation finale. Toutefois, pareille évaluation peut aussi faire intervenir des facteurs économiques et environnementaux. Ainsi, les critères économiques et environnementaux peuvent- ils, en quelque sorte, primer l'efficacité technique. Cependant, cela vaut probablement quand même la peine de séparer le critère des autres, puisqu'il peut parfois arriver qu'une mesure proposée soit abandonnée sans qu'on ait procédé à des calculs économiques (OCDE, 1987a, p. 11). De plus, l'analyse technique peut englober un facteur d'acceptation par le public et des facteurs politiques.

Évaluation économique

Dans l'optique des politiques, vu l'augmentation des frais d'exploitation de l'eau et de la concurrence entre les utilisations pour l'affectation du capital disponible, le concept de l'efficacité technique est d'une utilité restreinte parce qu'il ne permet pas de tenir compte de la valeur de toute utilisation précise de l'eau (p. ex., à des fins résidentielles intérieures) par rapport à celle d'autres utilisations de la même eau (p. ex., arrosage des pelouses ou activités industrielles). On peut en conclure que le fait de ne prêter attention qu'à l'amélioration de l'efficacité technique d'une utilisation de l'eau peut donner lieu à des dépenses improductives si la valeur de cette utilisation est inférieure à celle de certains autres usages possibles de la même eau.

La deuxième partie de la définition de la gestion de la demande d'eau que nous avons présentée a trait à un deuxième concept d'efficacité. Si les tarifs témoignent de la valeur des ressources employées aux fins de la production et demandées par les consommateurs, on dit qu'il y a un partage économiquement efficace des ressources. L'efficacité économique ou de répartition est déterminée en fonction de la valeur des quantités restreintes de ressources dont dispose la société. C'est pourquoi quiconque étudie l'efficacité économique de l'eau doit se demander quelle sera la valeur nette de l'eau selon différentes utilisations possibles et si les institutions existantes sont suffisamment souples pour que l'eau disponible soit répartie de manière à permettre à l'ensemble de la société d'en tirer un profit maximal. Il serait rationnel que l'efficacité économique soit une condition préalable à l'exploitation de nouvelles réserves d'eau. Sur le plan pratique, l'augmentation de l'efficacité économique de la répartition de l'eau peut comporter des revenus et des emplois supplémentaires ainsi qu'une amélioration de la qualité de la vie. L'efficacité économique de l'utilisation des ressources est un des principaux objectifs de la politique économique, car sa réalisation signifie que l'économie se rapproche de la productivité maximale dans le contexte des ressources disponibles.

Évaluation financière

L'analyse financière est fondée uniquement sur les mouvements de trésorerie. Du point de vue financier, un projet précis ne serait jugé faisable que si le taux de rendement de l'investissement nécessaire à sa réalisation dépasse ou égale le coût de renonciation, tel que calculé en fonction des taux d'intérêts. Les évaluations financières doivent révéler une valeur nette actuelle positive, cette valeur étant la valeur actuelle de

tous les mouvements de trésorerie futurs. Le taux de rendement devrait être supérieur au coût du capital.

Évaluation environnementale

Les études des incidences environnementales portent sur des facteurs intangibles dont il n'est pas tenu compte au cours des autres évaluations, tels que la qualité de la vie, la diminution des populations fauniques et les valeurs esthétiques. Dans le contexte de la gestion de la demande, les considérations environnementales peuvent être importantes. La gestion de la demande exige qu'on s'efforce d'accomplir des tâches de gestion (p. ex., alimentation en eau et évacuation des eaux usées d'une région urbaine) grâce à des volumes d'eau réduits. Cela fait augmenter les teneurs en contaminants des effluents. Le critère d'évaluation environnementale a trait à des questions de ce genre.

De plus, elle peut porter, par exemple, sur les grands détournements d'eau qui ont été réalisés ou projetés à différentes fins, et principalement pour réduire les pénuries d'eau. Le dérangement de l'environnement qui est associé à de tels détournements est normalement très important. L'évaluation environnementale consisterait à déterminer la mesure dans laquelle la gestion de la demande peut reporter ou même éliminer le besoin de réaliser le projet.

Évaluation sociale, politique et institutionnelle

L'évaluation sociale, politique et institutionnelle est axée sur l'équilibre entre les différents secteurs de la société, les ressources étant affectées à celui qui est le plus puissant. Dans le contexte de la gestion de la demande, pareille évaluation peut avoir tendance à décourager la prise de mesures telles que la majoration des tarifs d'utilisation de l'eau. Une récente étude sur la tarification de l'eau dans les municipalités (Tate, 1989) a permis de constater que l'acceptabilité politique est probablement le critère le plus important de la fixation des tarifs d'utilisation de l'eau.

L'équité de toute mesure projetée de gestion de la demande est un des objets importants de son évaluation. L'équité a trait à la réalisation d'une répartition souhaitable des revenus entre différents groupes que comprend la société. Il est difficile d'évaluer l'équité d'une mesure de gestion car aucun critère n'a été établi pour déterminer le degré d'équité d'une mesure. Toutefois, on peut prouver l'iniquité des pratiques existantes et les progrès que la gestion de la demande permettrait de réaliser en vue de la rectifier. Le fait que bien des municipalités canadiennes continuent d'imposer des tarifs uniformes d'utilisation de l'eau est révélateur sous ce rapport. De prime abord, et certainement aux fins des politiciens, la tarification uniforme semble être des plus équitables. Tous les utilisateurs résidentiels versent un même montant. Or, on néglige entièrement le fait que certains utilisateurs peuvent employer considérablement plus d'eau que les autres, ce qui impose une charge supérieure au réseau. L'application de la tarification uniforme aux utilisations industrielles correspond encore davantage au financement de certaines utilisations. Puisque ce sont les grands utilisateurs qui déterminent l'envergure du réseau dont une municipalité a besoin, on a tendance à aménager des réseaux trop vastes (et plus coûteux qu'il ne le faudrait) uniquement pour répondre aux besoins de quelques usagers. On peut en conclure qu'un arrangement qui semble équitable est, en fait, inéquitable. Le même raisonnement peut être appliqué à d'autres aspects de l'utilisation de l'eau tels que le déversement sans discernement d'eaux usées dans les cours d'eau.

AVANTAGES DE LA GESTION DE LA DEMANDE D'EAU

Ce qu'il importe le plus de comprendre au sujet de la gestion de la demande d'eau, c'est qu'elle consiste à essayer de voir à ce que les fonds de mise en valeur de l'eau servent au plus grand nombre possible de mesures nouvelles. La société dispose toujours de montants restreints à consacrer aux entreprises telles que la mise en valeur de l'eau. Les programmes de restrictions financières adoptés dernièrement par les gouvernements au Canada témoignent des possibilités de financement limitées. L'efficacité économique exige qu'on tente d'atteindre des fins précises au meilleur compte possible, afin de répondre à la plus grande partie des demandes de fonds. C'est pourquoi l'élargissement de l'éventail des options et la conception de la conservation de l'eau dans le contexte d'un rapport avantages–coûts seront importants dans le futur. Ainsi, le principal avantage de la gestion de la demande d'eau est-il de permettre l'utilisation optimale des fonds de mise en valeur.

En outre, la réduction moyenne des charges de pointe et la réalisation d'économies d'énergie considérables sont d'autres avantages de la conservation de l'eau dont peuvent profiter les municipalités.

L'adoption, par l'industrie privée, de la stratégie de gestion de la demande d'eau présenterait bien des avantages, dont les suivants:

1. amélioration du contrôle des écoulements d'eau d'alimentation et d'eaux usées à cause du besoin d'améliorer la comptabilité;

2. modification des attitudes à l'égard de l'eau à mesure que les coûts sont inscrits aux registres comptables;
3. amélioration de la technologie à mesure que les dépenses de R et D sur l'épuration de l'eau deviennent profitables, et création ou expansion d'industries afin de mettre cette amélioration en oeuvre; et
4. production de revenus, par exemple, par la récupération de sous-produits.

Acquisition de données et recherches sur la demande d'eau

Dans la plupart des domaines d'étude au sujet de la gestion des ressources, il faut obtenir des données de base et procéder à des inventaires pour pouvoir prendre des mesures efficaces et éclairées. Il convient d'indiquer brièvement ici la nature et l'avancement des efforts faits pour obtenir des données fiables sur l'utilisation de l'eau au Canada afin de fonder sur elles les futures mesures de gestion de la demande d'eau.

L'acquisition de données sur l'utilisation de l'eau et l'estimation de celle-ci ont toujours constitué des parties intégrantes des travaux réalisés au Canada dans le domaine de l'eau. En fait, les travaux de construction accomplis dans ce domaine se justifient presque entièrement d'après les besoins humains. Cependant, jusqu'à dernièrement, on a atteint les objectifs d'exploitation de l'eau presque uniquement en manipulant les ressources en eau par des barrages de dérivation et d'autres ouvrages semblables. Au cours de la planification des travaux, on a normalement estimé les utilisations de l'eau en se fondant sur des données de source secondaire. Il est relativement récent qu'on établisse méthodiquement des estimations de la nature de la demande d'eau selon des données canadiennes.

Les premières études méthodiques des besoins en eau ont été réalisées par J.F.J. Thomas du ministère des Mines et des Levés techniques, ministère dont des parties ont servi à former Environnement Canada (voir, p. ex., Thomas, 1959). Les études de M. Thomas étaient axées sur les besoins qualitatifs de l'industrie privée et la façon dont on y répondait dans les différents bassins hydrographiques du Canada. Elles ne portaient nullement sur le point de vue quantitatif de la demande d'eau.

Au Canada, c'est vers le début des années 1970 qu'on a commencé à mener méthodiquement des enquêtes quantitatives sur les utilisations de l'eau, grâce à l'acquisition de données sur l'utilisation industrielle de l'eau et à la réalisation de plusieurs programmes de recherche universitaires. Le premier

Tableau 1. Utilisation de l'eau au Canada, 1981 (millions de m^3/année)

Utilisation de l'eau par secteur principal

Secteur	Prélèvement	Recirculation	Utilisation brute*	Déversement	Consommation †
Agriculture	3125	—	3 125	713	2 412
Extraction de minéraux	648	2 792	3 440	470	178
Fabrication	9 937	10 747	20 684	9 443	494
Production d'énergie thermique	19 281	1 868	21 149	19 113	168
Municipalités	4 263	—	4 263	3 623	640
Total	37 254	15 407	52 661	33 362	3 892

Prélèvement d'eau par région

Région	Agriculture	Extraction de minéraux	Fabrication	Centrales thermiques	Municipalités	Total
Provinces de l'Atlantique	12	86	640	1 837	307	2 882
Québec	82	107	2 319	308	1 369	4 185
Ontario	148	124	4 414	14 930	1 450	21 066
Provinces des Prairies	2 338	197	382	1 846	579	5 342
Colombie-Britannique	545	134	2 182	360	558	3 779
Total	3 125	648	9 937	19 281	4 263	37 254
% du prélèvement total	8,4	1,7	26,7	51,8	11,4	100

*Prélèvement plus recirculation.
†Prélèvement moins déversement.

relevé canadien de l'utilisation industrielle de l'eau s'inspirait de près des relevés effectués par le Bureau of the Census des États-Unis. Ce relevé initial a eu lieu en 1972, et des relevés consécutifs à celui-ci ont été réalisés en 1976, 1981 et 1986 (Tate, 1977, 1983; Tate et Scharf, 1985). Les relevés effectués après 1972 étaient destinés à obtenir non seulement des renseignements volumétriques, mais aussi des données économiques sur les utilisations de l'eau. Certains des organismes provinciaux de gestion de l'eau ont collaboré à ces relevés de l'utilisation industrielle de l'eau.

Des relevés semblables ont été réalisés dans le secteur municipal en 1976, 1983 et 1986 (voir Tate et Lacelle, 1978, 1987). Ils ont servi, outre les fins susmentionnées, à obtenir des données sur les tarifs d'utilisation de l'eau aux fins de l'analyse de la variation de la demande municipale d'eau en fonction des tarifs.

Aucun relevé national exhaustif n'a été réalisé sur les autres secteurs d'utilisation (p. ex., l'agriculture, l'utilisation ménagère et l'utilisation rurale).

Toutefois, des estimations de l'utilisation de l'eau dans ces secteurs ont été établies aux échelles nationale et régionale. Par exemple, la Commission des eaux des provinces des Prairies (CEPP) (1982) a examiné l'utilisation agricole de l'eau dans la région relevant de sa compétence au cours d'une étude chronologique sur l'ensemble de l'utilisation de l'eau. Le tableau 1 illustre la quantité d'eau utilisée et consommée par grande catégorie d'utilisateurs. Le prélèvement d'eau est la quantité d'eau retirée de la source d'alimentation. La consommation d'eau est la différence entre le prélèvement d'eau et la quantité d'eau restituée à la source d'alimentation.

Des efforts restreints ont été faits sur le plan national pour estimer le volume d'eau nécessaire aux utilisations sans prélèvement. Tous ces efforts ont consisté à déterminer le débit minimal nécessaire au maintien de l'utilisation sans prélèvement. Bien que cela puisse poser des problèmes complexes, les efforts initiaux ont servi à établir des lignes directrices générales sur le maintien des débits à l'échelle du grand bassin versant. On peut dire que le débit fiable d'un cours d'eau est le débit qu'il a 19 ans sur 20. Quelques études antérieures (Ministère de l'Environnement de l'Alberta, 1977; Tate, 1987, p. 53) ont estimé à 50 % de ce débit l'utilisation sans prélèvement. Il y a lieu de réaliser bien d'autres travaux à ce sujet.

Certaines grandes études régionales axées sur l'acquisition de données au sujet de la demande d'eau ont été réalisées. Un exemple notable est l'étude de la demande d'eau réalisée par la Commission des eaux des provinces des Prairies (1982). Dans le cadre de cette étude, on a recueilli des données sur toutes les utilisations, avec ou sans prélèvement, faites de l'eau dans le bassin du Nelson, en Saskatchewan, de 1951 à 1978. Bien que certaines analyses chronologiques des tendances aient été réalisées, on a employé une méthode relativement simple pour analyser les données, et l'on n'a pas établi de prévision. Des études semblables, bien que de moindre envergure, ont été réalisées sur des bassins versants de la Colombie-Britannique par la Direction générale des eaux intérieures, d'Environnement Canada (voir, par exemple, Sherwood, 1986).

En même temps qu'on s'efforçait de mesurer l'utilisation des ressources, des recherches étaient réalisées sur différents aspects de la demande d'eau. Grima (1972), Sewell et Roueche (1974), et Kitchen (1975) ont présenté des analyses de la demande municipale d'eau en s'efforçant d'étalonner les différentes fonctions de la demande selon différentes conditions d'utilisation de l'eau. Renzetti (1987) a procédé à une étude du même genre sur l'utilisation industrielle. Earmme (1979) et Tate (1984) ont examiné la structure de la demande d'eau dans les bassins hydrographiques et les régions économiques grâce à des techniques d'entrées-sorties. Hess (1986) a étudié l'utilisation des eaux souterraines dans l'ensemble du Canada. Outre l'acquisition de données de base sur les différentes demandes d'eau, quelques études ont été effectuées pour définir les caractéristiques des demandes d'eau au Canada. Toutefois, le nombre de ces études est faible par rapport aux efforts faits pour mesurer et comprendre les caractères physiques des ressources en eau.

Gestion de la demande municipale d'eau

FAITS DE BASE

Dans le présent document, l'alimentation municipale en eau correspond à l'eau qui est distribuée par des municipalités d'au moins 1000 habitants. Les utilisations sont réparties entre les catégories résidentielle, commerciale, institutionnelle et industrielle. Cette dernière catégorie n'englobe que les industries reliées aux réseaux de distribution municipaux. Ce sont, et de loin, les installations ayant leurs propres sources d'alimentation qui interviennent pour la plus grande partie de l'utilisation industrielle de l'eau au Canada. Nous traiterons de ces installations au chapitre 5.

Le débit quotidien moyen de tous les services d'eau municipaux du Canada alimentant des populations de plus de 1000 personnes était de 12,4 millions de mètres cubes (millions de m^3) (Tate et Lacelle, 1987) en 1986. On a répondu à 90 % de la demande (11,1 millions de m^3) grâce aux eaux superficielles, le reste de l'eau nécessaire étant puisé à des sources souterraines. Ce sont principalement les petites municipalités qui ont employé les eaux souterraines.

Le déversement (effluent), mesuré à l'arrivée aux installations d'épuration des eaux usées, a été de 7,6 millions de m^3 par journée moyenne, soit de 61 % du prélèvement. Les 39 % de l'eau pompée qui ne faisaient pas partie du déversement comprenaient des eaux usées brutes qu'on a déversées directement dans les cours d'eau ambiants, des eaux ayant servi à lutter contre les incendies et ayant été déversées dans les égouts pluviaux, et des eaux s'étant évaporées à l'irrigation des pelouses et jardins ou à cause de fuites du réseau de distribution. (Les fuites sont compensées dans une mesure variable par l'infiltration dans le réseau.) Selon les études antérieures (p. ex., CEPP, 1982, annexe 2), on estime qu'une moyenne d'environ 20 % de l'écoulement inexpliqué est attribuable à des fuites des réseaux de distribution et à d'autres formes de gaspillage.

L'utilisation ménagère de l'eau par habitant est passablement forte au Canada. Elle n'est dépassée que par celle des États-Unis (tableau 2). Au Canada, l'utilisation par habitant fait l'objet de disparités régionales considérables, variant d'environ 250 litres par jour dans les régions semi-arides des plaines de l'Ouest à plus de 500 litres par jour dans certaines régions des provinces de l'Atlantique. Ces chiffres comprennent ceux de l'utilisation à toutes les fins et non seulement de l'utilisation ménagère. Le tableau 3 présente une répartition typique de l'utilisation urbaine.

Tableau 2. Utilisation urbaine ménagère de l'eau en 1983, par pays choisi

Pays	Quantité quotidienne d'eau pompée par habitant (L)
États-Unis	425
Canada	360
Suède	200
Royaume-Uni	200
République fédérale d'Allemagne	150
France	150
Israël	135

Source: Pour tous les pays sauf le Canada, Postel (1985, p. 40). Pour le Canada, Tate et Lacelle (1987, tableau 3).

Tableau 3. Utilisation urbaine de l'eau par principale utilisation finale

Utilisation	Pourcentage de la quantité totale pompée
Totale	
Ménagère	40
Commerciale et institutionnelle	16
Industrielle	18
Pertes/quantités inexpliquées	26
Ménagère	
Arrosage des pelouses	30
Cabinets d'aisances	40
Bains et usages personnels	15
Lessive	10
Cuisine et ingestion directe	5

Source: Tate et Lacelle (1987).

PROBLÈMES EXISTANTS ET IMMINENTS

Les municipalités canadiennes doivent faire face à un certain nombre de graves problèmes, liés entre eux, en matière d'infrastructure des services d'eau. Bon nombre des réseaux d'alimentation en eau, et particulièrement ceux des villes les plus grandes, ont été construits avant la Seconde Guerre mondiale.

L'expansion économique et l'accroissement de la population pendant l'après-guerre ont exercé sur les organismes publics des pressions grandissantes en vue de l'affectation de fonds à la construction d'installations d'épuration des eaux usées, ce qui a poussé le gouvernement fédéral à commanditer le programme d'aide à l'infrastructure municipale, que réalise la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). Le gouvernement fédéral a consacré, à lui seul, environ deux milliards de dollars à ce programme en octroyant aux municipalités des prêts à faible taux d'intérêt et des subventions. Cette aide a permis d'améliorer considérablement l'infrastructure de traitement des eaux usées.

Depuis l'abolition du programme en question, qui a eu lieu en 1978, les efforts faits par les gouvernements de la plupart des paliers à l'égard de l'infrastructure des services d'eau ont beaucoup diminué, sauf que le Québec a, au contraire, accéléré ses dépenses. Une importante réfection s'impose dans le cas de bien des réseaux existants. Le besoin de réfection et de modernisation est d'autant plus grand dans le cas des réseaux d'alimentation en eau, comme en témoigne notamment le fort volume d'eau pompée par les municipalités qu'on ne trouve pas dans le déversement, présumément à cause d'importantes fuites. La réfection des réseaux sera coûteuse.

La Fédération canadienne des municipalités (FCM) (1985) a jugé qu'il fallait six milliards de dollars pour améliorer la partie de l'infrastructure municipale qui a trait aux services d'eau (alimentation en eau et épuration des eaux usées). Elle a porté son estimation à 7,5 milliards de dollars en 1987, en raison de l'inflation et des modifications du régime fiscal qui influencent les matériaux de construction. Compte tenu des lacunes de la méthode employée aux fins de l'étude de la FCM, et de la nécessité d'élargir les réseaux en fonction de la continuation de la croissance, c'est probablement de 8 à 10 milliards de dollars qu'on aurait besoin.

S'il y a, d'une part, ce besoin d'améliorer l'infrastructure, les gouvernements des paliers supérieurs doivent, d'autre part, comprimer leurs dépenses. Le financement de divers programmes publics et d'autres facteurs macro-économiques ont donné lieu à des déficits gouvernementaux considérables, à une augmentation rapide de la dette nationale, et à un climat de restrictions financières. Selon la politique fédérale en vigueur (McMillan, 1987a, 1987b), il est peu probable que le gouvernement fédéral commandite un grand programme de financement de l'infrastructure municipale tel que celui qu'a réalisé la SCHL, même s'il entend donner le pas à la recherche, au développement et à l'acquisition de données de base. C'est pourquoi, en temps de besoin reconnu de fortes dépenses au chapitre de l'amélioration des réseaux d'alimentation en eau et d'épuration des eaux usées, les autorités gouvernementales supérieures ont beaucoup de mal à trouver les fonds nécessaires.

Ces problèmes économiques et financiers sont d'autant plus graves que le public se soucie de plus en plus de l'environnement, celui-ci s'inscrivant constamment parmi les principales préoccupations au cours des sondages d'opinion publique. C'est l'augmentation de la quantité des eaux usées, des risques de contamination de l'eau potable par des produits chimiques toxiques, et de la détérioration des réseaux qui font augmenter l'inquiétude du public.

TECHNIQUES DE GESTION DE LA DEMANDE MUNICIPALE D'EAU

Cet exposé succinct des problèmes existants et imminents que pose l'utilisation urbaine de l'eau indique que les méthodes de gestion classiques ne sont plus aussi efficaces qu'auparavant et qu'il y a lieu d'en adopter de nouvelles. La gestion de la demande d'eau est une de celles-ci. Elle présente un éventail passablement large de moyens possibles de régler les problèmes en question. Bon nombre des concepts et techniques indiqués ci-dessous sont connus depuis longtemps. Ce qui est nouveau, c'est l'idée de les combiner à l'intérieur d'une stratégie de gestion cohérente.

Techniques économiques

Les techniques économiques de gestion municipale de l'eau sont axées sur le recours à des politiques de tarification de l'utilisation de l'eau afin d'influencer la demande d'eau. Les effets de la tarification sur l'utilisation urbaine de l'eau varient en fonction des caractéristiques de la demande d'eau des différentes collectivités. L'élasticité des tarifs de la demande d'eau est un des indicateurs courants des effets de la tarification sur la demande. Pour déterminer l'élasticité des tarifs, on mesure les répercussions de la fluctuation des tarifs sur la demande d'eau, d'après le rapport entre le pourcentage de changement de la quantité d'eau demandée et le pourcentage de changement du tarif. L'élasticité s'exprime normalement en termes de valeurs se situant entre zéro et un et de valeurs supérieures à un. Une valeur de l'élasticité entre zéro et un signifie que les tarifs relatifs aux biens et services sont inélastiques, c'est-à-dire qu'à une hausse

des tarifs ne correspond pas obligatoirement un changement de la demande. Une valeur de l'élasticité supérieure à un suppose que les changements de la demande d'eau sont davantage proportionnels aux changements qui résultent d'une hausse des tarifs. En toute réalité, puisque la courbe de la demande des biens et services représente une branche descendante vers la droite, les valeurs de l'élasticité sont souvent négatives. Habituellement, cependant, les valeurs sont analysées en termes absolus. La courbe des besoins en eau est inélastique sur la base de la quantité initiale d'eau utilisée. Par intuition, cela s'explique car la demande initiale en eau d'une famille, par exemple, est indispensable pour l'utilisateur. La demande d'eau augmente au fur et à mesure que son utilisation devient moins essentielle. Lorsque l'utilisation de l'eau devient moins essentielle, l'élasticité des tarifs de la demande augmente. C'est dans ce type d'utilisation qu'une hausse des tarifs peut avoir des répercussions importantes sur la demande décroissante de consommation d'eau. Le tableau 4 indique les élasticités typiques selon différentes utilisations résidentielles de l'eau. Supposant que ces élasticités étaient valides, Flack (1981, p. 92) a jugé que le fait de doubler les tarifs en les faisant passer de 11 à 22 cents par mètre cube réduisait de 32 % la demande, au cours de son étude fictive d'un secteur de l'ouest des États-Unis. Les effets seraient quelque peu inférieurs dans le cas de secteurs plus humides. Rappelons qu'il ne s'agit que de résultats fictifs et que les répercussions varient considérablement selon la collectivité, mais ces résultats indiquent les économies d'eau qui pourraient être réalisées grâce à l'amélioration des pratiques de tarification de l'utilisation urbaine de l'eau.

Tableau 4. Élasticités typiques par rapport aux tarifs résidentiels

Utilisation de l'eau	Élasticité
Résidentielle (composée)	-0,225
Ménagère (intérieure)	-0,26
Arrosage des pelouses (ouest)	-0,703
Journée moyenne	-0,395
Journée maximale	-0,388

Source: Flack (1981, p. 92).

La tarification réaliste de l'eau, qui consisterait à recouvrer la totalité des coûts d'infrastructure des services d'eau, y compris les frais de réparation, de modernisation et d'expansion, est le facteur déterminant de l'établissement de la gestion de la demande en tant qu'important instrument de gestion des ressources en eau. La présente sous-section comprend des renseignements de base sur les barèmes de tarification de l'eau employés au Canada, actuellement et par le passé, y compris des données sur les barèmes des municipalités et les tarifs unitaires et totaux, et une indication succincte des barèmes proposés.

Barèmes de tarification de l'eau employés par les municipalités

Au Canada, les utilisateurs urbains de l'eau paient des tarifs fixés par leur municipalité. Cela a donné lieu à la création d'un vaste éventail de pratiques. Celles-ci peuvent être réparties entre deux grandes catégories: la tarification forfaitaire et la tarification au volume.

Tableau 5. Comparaison internationale des tarifs moyens de l'eau, 1986

Pays	Prix (¢/1000L)
États-Unis	53
Canada	25
France	75
Belgique	70
Royaume-Uni	50
Suède	50
Australie	165
Allemagne	99
Italie	17

Source: Documents internes de la Direction générale des eaux intérieures.

La tarification forfaitaire consiste à imposer périodiquement des tarifs fixes aux consommateurs, indépendamment du volume d'eau utilisé. Elle a pour principal inconvénient de favoriser une utilisation excessive de l'eau parce qu'elle n'a pas de supplément applicable à un volume supplémentaire d'eau (p. ex. 1 m^3). Bien des recherches (p. ex., Kellow, 1970; Kindler et Russell, 1984) et de récents travaux internes de la Direction générale des eaux intérieures, d'Environnement Canada (Tate, 1989), ont indiqué de façon concluante que les tarifs fixes encouragent une utilisation d'eau excessive. Parce qu'ils peuvent utiliser autant d'eau qu'ils le veulent, les clients ont tendance à adopter des pratiques de gaspillage telles que le fait d'arroser excessivement leur pelouse ou de négliger de remplacer les robinets ou les valves qui fuient. Autrement dit, rien n'encourage les clients à économiser l'eau et, partant, la municipalité ne peut guère limiter la demande d'eau, sauf en prenant des mesures administratives comme l'imposition de restrictions à l'arrosage des pelouses.

La tarification au volume établit un rapport entre le montant de la facture du service d'eau et la quantité

Tableau 6. Fréquence du recours des municipalités canadiennes aux différentes méthodes de tarification en 1986

Résidentielle

Province	Tarif forfaitaire	Tarifs fondés sur le volume: Tarif unitaire uniforme	Tarif dégressif par bloc	Tarif progressif par bloc	Total
Terre-Neuve	10	0	0	0	10
Île-du-Prince-Édouard	4	0	4	0	8
Nouvelle-Écosse	12	0	18	0	30
Nouveau-Brunswick	13	2	6	0	21
Québec	70	20	6	4	100
Ontario	99	62	70	2	233
Manitoba	1	3	11	0	15
Saskatchewan	1	8	7	2	18
Alberta	9	24	15	1	49
Colombie-Britannique	54	17	30	2	103
Territoires	2	2	0	0	4
Tranche de taille de population					
1000 à 4999	82	23	37	2	144
5000 à 9999	73	43	40	1	157
10 000 à 49 999	94	40	69	6	209
50 000 à 99 999	18	17	10	2	47
>100 000	8	15	11	0	34
Total	275	138	167	11	591

Commerciale

Province	Tarif forfaitaire	Tarifs fondés sur le volume: Tarif unitaire uniforme	Tarif dégressif par bloc	Tarif progressif par bloc	Total
Terre-Neuve	2	4	2	0	8
Île-du-Prince-Édouard	0	0	4	0	4
Nouvelle-Écosse	0	0	18	0	18
Nouveau-Brunswick	5	2	7	0	14
Québec	33	41	21	4	99
Ontario	60	65	96	2	223
Manitoba	0	3	6	0	9
Saskatchewan	1	5	6	1	13
Alberta	2	21	14	1	38
Colombie-Britannique	42	21	38	3	104
Territoires	0	2	0	0	2
Tranche de taille de population					
1000 à 4999	50	32	48	0	130
5000 à 9999	45	52	52	1	150
10 000 à 49 999	38	50	83	8	179
50 000 à 99 999	9	18	16	2	45
>100 000	3	12	13	0	28
Total	145	164	212	11	532

Source: Tate (1988).

d'eau fournie. Il y a différentes façons d'établir ce rapport, la plus simple consistant à imposer un tarif constant par unité (p. ex., mètre cube) d'eau utilisée. C'est ce qu'on appelle le tarif unitaire constant. Toutefois, la méthode la plus courante de tarification au volume est celle qui consiste à imposer des tarifs variant selon le degré d'utilisation de l'eau ou le groupe d'utilisateurs (p. ex., résidentiel ou industriel) et à les jumeler à des prix fixes. Les tarifs de cette catégorie se répartissent entre deux types: les tarifs dégressifs par bloc et les tarifs progressifs par bloc.

Les tarifs dégressifs par bloc, qui sont les plus courants de ceux de ces deux types, divisent l'utilisation de l'eau pendant chaque période de facturation en tranches successives de volume, appelées «blocs», et associent à chacun de ces blocs un prix plus élevé que celui du dernier. Il est courant que le premier ou les deux premiers blocs correspondent à la quantité d'eau utilisée dans les résidences et les petites entreprises alors que les blocs suivants correspondent aux fortes utilisations commerciales et industrielles. Puisque les prix unitaires associés aux blocs supérieurs sont faibles, les tarifs dégressifs par bloc n'encouragent pas la conservation de l'eau. En fait, ils découragent la conservation. En d'autres termes, les tarifs de ce type comprennent des coûts marginaux dégressifs et donnent au consommateur un encouragement décroissant à faire diminuer la demande d'eau.

Le tarif progressif par bloc est d'usage moins courant. Les prix associés aux blocs successifs de ce tarif sont croissants. Autrement dit, la proportion du coût marginal de l'eau que paie le consommateur est d'autant plus forte que son bloc d'utilisation est élevé. Cela encourage le consommateur à économiser l'eau afin de ne pas payer les prix associés aux blocs supérieurs. Ce sont les gros consommateurs (p. ex., les industries) qu'influencent le plus les tarifs progressifs par bloc. Par ailleurs, on peut imposer des tarifs élevés l'été afin de réduire la pointe saisonnière d'utilisation. Puisque les gros utilisateurs d'eau et ceux qui contribuent aux pointes de débit influencent plus que les autres l'envergure du réseau, l'imposition de tarifs progressifs ou même uniformes par bloc devrait réduire considérablement les coûts du réseau. L'imposition de tarifs de pointe fondés sur un autre facteur que la demande saisonnière pourrait être difficile actuellement, parce qu'elle exige une mesure spéciale au compteur.

La plupart des barèmes de tarification au volume ont un élément fixe, qu'on appelle souvent la facture minimale. Dans certains cas, on associe un volume

Tableau 7. Tarification de détail (¢/m³) de l'utilisation de l'eau à des fins résidentielles et commerciales, par province et tranche de taille de population

Province	Tarifs unitaires constants				Tarifs du premier bloc[1]				Tarif du dernier bloc[2]			
			Percentiles				Percentiles				Percentiles	
	Moyen	Médian	10e	90e	Moyen	Médian	10e	90e	Moyen	Médian	10e	90e
Terre-Neuve	64	50	-	-	34	-	-	-	17	-	-	-
Île-du-Prince-Édouard	-	-	-	-	30	29	29	32	22	21	21	23
Nouvelle-Écosse	-	-	-	-	88	90	21	124	43	33	13	84
Nouveau-Brunswick	127	160	61	160	110	110	33	202	53	55	2	82
Québec	24	20	11	49	22	23	11	31	21	15	5	31
Ontario	40	37	17	67	43	35	23	67	24	22	11	42
Manitoba	77	79	62	89	89	80	35	198	58	50	22	165
Saskatchewan	56	64	29	72	54	54	24	75	39	35	8	71
Alberta	56	54	22	91	72	70	25	121	46	46	12	74
Colombie-Britannique	19	16	8	35	24	21	13	45	13	10	7	28
Territoires	115	68	53	159	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranche de taille de population												
1000 – 4999	39	29	16	72	55	35	17	124	36	23	8	84
5000 – 9999	40	33	11	73	52	42	21	117	28	24	11	55
10 000 – 49 999	38	31	12	68	42	34	16	72	27	21	8	50
50 000 – 99 999	29	24	11	66	39	24	14	110	23	17	7	55
>100 000	47	47	23	68	55	42	13	158	24	22	6	48
Canada	38	31	12	71	48	37	17	100	29	23	8	55

[1] Le premier bloc est la première tranche de l'utilisation de l'eau à l'égard de laquelle un prix supérieur à zéro est imposé. Ainsi estimons-nous que la collectivité assujettie à un barème à trois blocs dont le premier bloc correspond à une facture minimale n'a qu'un barème à deux blocs.

[2] Le dernier bloc est l'utilisation d'eau qui dépasse le dernier, et d'ordinaire le plus bas, tarif unitaire. Si le barème ne comprend que deux blocs, la limite supérieure du premier égale la limite inférieure du dernier.

Source: Tate (1988).

Tableau 8. Prix total ($) versé par les utilisateurs résidentiels à l'égard de volumes d'eau choisis, par province et tranche de taille de population

Province	10 m³				35 m³			
			Percentiles				Percentiles	
	Moyen	Médian	10e	90e	Moyen	Médian	10e	90e
Terre-Neuve	7,97	7,08	5,50	12,00	7,97	7,08	5,50	12,00
Île-du-Prince-Édouard	11,26	11,42	10,36	12,75	14,93	12,75	11,60	19,34
Nouvelle-Écosse	10,06	9,65	5,92	12,72	13,26	12,98	7,04	18,05
Nouveau-Brunswick	14,87	15,00	5,83	21,72	17,75	17,00	5,83	35,28
Québec	8,12	4,00	7,50	12,50	9,54	8,48	5,42	15,00
Ontario	11,49	9,13	4,80	20,90	17,39	15,35	7,91	30,00
Manitoba	11,76	10,71	6,53	21,36	31,91	30,39	20,44	38,25
Saskatchewan	12,59	10,92	3,43	18,75	26,26	28,84	10,33	37,59
Alberta	18,04	15,00	8,86	30,00	29,86	29,75	12,72	47,18
Colombie-Britannique	8,62	8,00	3,83	13,85	10,09	9,00	4,67	17,31
Territoires	19,80	18,29	6,80	31,10	33,19	23,80	19,80	58,04
Canada	10,90	9,25	4,80	19,53	16,08	12,71	6,60	30,00
Tranche de taille de population								
1000 – 4999	12,96	10,67	5,83	24,74	17,62	12,50	7,08	35,73
5000 – 9999	11,03	10,00	4,80	16,67	16,40	14,00	6,60	26,08
10000 – 49999	10,54	9,30	4,79	17,67	15,82	11,63	6,25	29,75
50 000 – 99 999	9,41	7,36	3,78	19,53	13,57	10,63	5,67	28,99
>100 000	8,34	7,30	3,70	13,74	15,91	15,40	5,00	28,99

Source: Tate (1988).

d'eau précis à la facture minimale. Il arrive souvent que ce volume soit suffisamment important pour que la méthode revienne à une tarification forfaitaire.

Les tarifs d'utilisation de l'eau sont faibles au Canada par rapport à ceux d'autres pays. Le tableau 5 indique que dans certains pays européens les tarifs municipaux de l'eau sont de deux ou trois fois supérieurs à ceux du Canada et que celui-ci a les tarifs les plus faibles des pays développés. S'il se reporte au tableau 2, le lecteur constatera, même si le degré de détail des données est faible, que les pays ou les régions où les prix de l'eau sont les plus bas ont tendance à avoir les taux d'utilisation les plus élevés. Les coûts figurant au tableau 5 ne comprennent pas les frais d'épuration des eaux usées. Dans le cas du Canada, la prise en compte de ces frais porterait le coût unitaire à 47 cents par mètre cube.

Données et tarifs canadiens

Au cours d'un récent relevé des pratiques de tarification de l'utilisation urbaine de l'eau (Tate, 1989), on a employé des renseignements sur les tarifs imposés par 470 municipalités du Canada. Les tableaux qui précèdent indiquent les types de pratiques de tarification utilisés (tableau 6), les tarifs de détail, par mètre cube, de l'utilisation de l'eau à des fins résidentielles et commerciales (tableau 7) et le prix total versé mensuellement par les utilisateurs résidentiels à l'égard de volumes d'eau choisis (tableau 8). Il y est tenu compte des dépenses relatives tant à l'épuration des eaux usées qu'à l'alimentation en eau.

En outre, le televé a indiqué que 420 des 1123 barèmes de tarification analysés (soit 37 %) prévoyaient des tarifs forfaitaires (tableau 6). Qui plus est, 454 des barèmes de tarification au volume comprenaient un élément de tarification forfaitaire, soit d'ordinaire un tarif fixe de location de compteur ou un premier bloc très étendu, ou les deux. En pareil cas, même si le barème est, strictement parlant, fondé sur le volume, le client verse, en fait, un tarif forfaitaire. C'est ce qui nous permet de conclure que juste un peu plus de 80 % des barèmes de tarification employés au Canada présentent des caractéristiques de tarification forfaitaire.

Les tarifs unitaires de l'eau varient considérablement à l'intérieur du Canada et, dans une moindre mesure, entre les villes de différentes classes de taille (tableau 7). Les prix associés aux premiers blocs sont de beaucoup supérieurs à ceux qui correspondent aux derniers blocs, ce qui témoigne de la prédominance des barèmes à tarifs dégressifs par bloc. Il se peut que les disparités provinciales du degré d'épuration des eaux usées interviennent pour une partie de la différence observable au tableau 7.

L'observation qui est peut-être la plus importante est que le tarif unitaire et le prix total de l'eau sont faibles par rapport aux prix d'autres biens et services, tels que l'énergie, qui peuvent être jugés d'une importance capitale du point de vue économique. On ne dispose pas de données suffisantes pour conclure catégoriquement que les prix de l'eau sont trop bas. Cependant, la comparaison de ces prix avec ceux d'autres liquides d'utilisation courante tels que ceux qui sont prévus par le tableau 9, et les problèmes que pose actuellement le financement de l'infrastructure portent à croire que tel est le cas.

Le prix relativement bas de l'eau est bien illustré par le tableau 9. Le liquide de consommation dont le prix est le plus proche de celui de l'eau, soit le cola, est 1675 fois plus coûteux! Même si l'on retient pour fin de comparaison les prix les plus élevés prévus par le tableau 7 (c'est-à-dire les 90^{e} percentile), un approvisionnement mensuel typique en eau livrée et enlevée coûterait, en moyenne, moins qu'une caisse de bière. Bien que l'eau du robinet serve à bien des fins, il faut reconnaître qu'elle ne remplace pas parfaitement la bière, ou les autres liquides énumérés au tableau. De plus, le degré de valeur ajoutée à un produit tel que le whisky est de beaucoup supérieur à celui de l'eau brute. Par ailleurs, le prix de l'eau indiqué comprend seulement les frais d'utilisation reliés à la fabrication et à l'acheminement, et non les frais exigés pour ce liquide. Autrement dit, le tarif de l'eau correspond au coût de distribution, tandis qu'aucun frais n'est compris pour l'eau. Néanmoins, la comparaison permet d'illustrer

Tableau 9. Prix typiques de liquides populaires

Liquides	Prix ($/m^3)
Boissons	
Eau du robinet[1]	0,47
Cola	787,00
Lait	900,00
Eau Perrier	1 333,00
Bière	2 000,00
Vin	6 000,00
Whisky	18 000,00
Essence	550,00

[1] D'après le prix mensuel canadien de 35 m^3 d'eau (tableau 8).

Note: Le consommateur doit assurer lui-même l'alimentation et l'élimination dans le cas de toutes les boissons sauf l'eau. L'eau d'alimentation est livrée à domicile et les eaux usées sont évacuées sans que le consommateur ait à s'en occuper.

efficacement le prix extrêmement faible de l'eau par rapport aux autres liquides de consommation courante.

La faiblesse des prix et les pratiques prédominantes de tarification influencent considérablement l'utilisation de l'eau. Dans une situation statique, les consommateurs reçoivent des messages erronés au sujet de la valeur de l'eau qui les portent à croire que l'eau est une marchandise de peu de valeur qu'il n'est pas nécessaire de conserver. On voit le besoin auquel il faut répondre, et non la demande qui peut être modifiée grâce aux pratiques de tarification. Puisque la demande est artificiellement maintenue élevée, les frais d'exploitation et d'entretien, y compris les frais d'approvisionnement en énergie, se trouvent gonflés. Les tarifs ne correspondent pas aux coûts totaux de construction, d'entretien et de rénovation des réseaux. La détérioration de l'infrastructure en témoigne. Les tarifs dégressifs par bloc et, encore plus, les tarifs forfaitaires ne permettent pas de tenir compte du fait que ce sont les gros utilisateurs d'eau qui influencent le plus la capacité, la conception et les frais globaux des réseaux. En fait, le grand public se trouve à subventionner les gros utilisateurs d'eau.

Dans une situation dynamique, les effets des bas prix sont encore pires. Parce qu'ils sont bas, les prix ne sont que rarement pris en compte aux fins de la projection de la demande d'eau. Bien des experts-conseils et des analystes supposent que l'utilisation de l'eau par habitant demeurera constante ou même qu'elle augmentera, et ils multiplient le coefficient ainsi obtenu par la population projetée afin de prévoir les besoins futurs en eau. Les besoins prévus deviennent des critères de calcul qui donnent lieu à l'expansion ou à la construction de réseaux qui seraient trop vastes si les tarifs cadraient mieux avec la valeur réelle des ressources. Une fois qu'ils sont établis, ces réseaux doivent être utilisés, et cela encourage le maintien de bas prix. Ainsi, le cycle des bas prix, de la forte demande et de la construction excessive s'autorenforce-il. Cela donne lieu au gaspillage des ressources publiques restreintes. Postel (1985, p. 40) a bien résumé en ces termes cet argument:

Les planificateurs ont, en général, projeté la demande d'eau d'après l'augmentation antérieure de l'utilisation de l'eau par habitant et les prévisions de l'accroissement de la population. Ensuite, ils ont dressé des plans permettant de répondre à cette demande grâce à l'aménagement de puits ou de réservoirs supplémentaires et à l'expansion de la capacité des usines d'épuration des eaux d'alimentation et des eaux usées. Rares sont les cas où les planificateurs se sont attachés à réduire la demande d'eau afin de faire accorder, à long terme l'offre et la demande.

Amélioration des barèmes de tarification de l'eau

Puisque nous avons établi que la demande d'eau baisse à mesure qu'augmente le prix de l'eau et que les tarifs imposés par les municipalités au Canada ne sont pas suffisamment élevés pour permettre le recouvrement de tous les coûts des réseaux des services relatifs aux eaux, il y a lieu de se demander comment les prix devraient être haussés. Nous indiquons succinctement ci-dessous les caractéristiques que présenterait une tarification améliorée selon les conditions suivantes: 1) il ne devrait pas y avoir de manque à gagner, et 2) les tarifs devraient à la fois répondre au critère d'efficacité et être équitables pour les clients.

Le tableau 6 indique que les tarifs forfaitaires et les tarifs dégressifs par bloc sont les formes prédominantes de tarification de l'utilisation urbaine de l'eau au Canada. Dans les cas où des tarifs forfaitaires sont en vigueur, il faudrait, dans un premier temps, adopter la mesure au compteur. Puisque cela permettrait à toutes les municipalités de fonder la tarification sur l'utilisation, il faudrait ensuite établir de nouveaux barèmes de tarification et déterminer les prix qui conviennent le mieux. À la lumière de l'examen de la question par Hanke (1978) et McNeill (1988), le barème le plus simple aurait deux éléments. Le premier serait un tarif fixe qui permettrait de couvrir les frais généraux et administratifs. (Il y aurait peut-être lieu d'intégrer aux frais fixes les coûts du réseau d'incendie.) Tous les clients paieraient ce tarif. Le deuxième élément serait un tarif constant par unité d'utilisation. (Ce tarif correspondrait au tarif unitaire constant prévu au tableau 6.) Ce tarif serait fondé sur le coût marginal de l'eau qui, selon des preuves théoriques, répondrait au critère d'efficacité. Des exemples de calcul du coût marginal sont présentés dans Hanke (1978). L'OCDE (1987b, pp. 131–133) a indiqué une autre méthode possible. McNeill (1988, pp. 30–35) traite très judicieusement du problème de la prévention des manques à gagner.

Le barème et le degré de tarification municipale de l'eau qui sont proposés sont donc très simples. Le tarif fixe permettrait de recouvrer l'élément fixe des coûts de réseau en le répartissant également entre tous les utilisateurs. Le tarif constant à l'utilisation permettrait de couvrir tous les coûts variables et serait fondé sur le coût marginal d'alimentation, moyennant un léger rajustement de celui-ci destiné à empêcher l'insuffisance des revenus. De plus, afin de régler le problème que posent les consommateurs à faible revenu, le service public

pourrait fournir un faible volume d'eau «essentiel» au tarif fixe, ce qui permettrait aux consommateurs dont l'utilisation est assez faible de se soustraire au tarif constant. Le barème proposé répond aux principaux critères de tarification judicieuse que sont le recouvrement des coûts, l'efficacité et l'équité. Si l'on suppose que tous les facteurs ont été pris en compte, ce barème permettrait un recouvrement intégral des coûts. Puisque les prix correspondraient aux coûts réels de l'exploitation des ressources en eau, les consommateurs recevraient des indications exactes au sujet de la valeur de leur utilisation de ces ressources et seraient encouragés à employer l'eau rationnellement. Parce qu'il comprend un programme «de dernier recours» et qu'il prévoit que les gros utilisateurs paient des prix proportionnels à leur utilisation, le barème en question répondrait au critère d'équité fondamentale.

Tarification de l'utilisation des ressources et changement technologique

Dans une section antérieure, nous avons mentionné le rapport général entre les stimulants économiques associés aux forces du marché et le changement technologique. Il convient à ce point de traiter de cette idée de façon plus poussée, puisqu'il se peut que les fruits technologiques de l'application de techniques économiques pour influencer la demande d'eau soient très importants.

Schultze (1977, p. 31) a exprimé le point très succinctement:

> *Le niveau de vie des sociétés occidentales modernes est supérieur, et de loin, au niveau courant au début du 17e siècle. Si le triomphe des forces du marché n'avait consisté qu'à faire augmenter l'efficacité de l'utilisation des techniques et ressources dont on disposait déjà, l'amélioration du niveau de vie aurait été comparativement minuscule. Ce qui a fait la différence, c'est la stimulation de l'utilisation de techniques et de ressources nouvelles.*

Howe (1979) présente des observations semblables grâce à une série de profils. Il est important qu'on ait reconnu un fort lien entre les arrangements fondés sur le marché et le progrès technologique, car cela aide à cerner un des problèmes fondamentaux de l'industrie de l'utilisation urbaine de l'eau.

Cette industrie emploie principalement des techniques classiques (Wade Miller Associates, 1987, p. 22). Bien que les procédés aient été modernisés, les percées technologiques ou les révolutions scientifiques, au sens où les entend Kuhn (1970), sont rares. Tandis que l'on demeurait ainsi au pas de la tradition, comme en témoigne le fait que bien des collectivités n'emploient pas le compteur d'eau, de nombreux autres services publics (p. ex., ceux des transports et de la production d'énergie) ont progressé considérablement. La discordance entre les tarifs et la valeur des ressources utilisées aux fins de l'alimentation en eau et de la protection de l'environnement est une des principales causes des problèmes actuels de l'industrie de l'eau. D'autre part, elle indique une mesure corrective fondamentale qu'on pourrait prendre: majorer les tarifs d'utilisation de l'eau pour qu'ils soient plus réalistes.

Techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation

La mesure au compteur, la modernisation, le recours à des réseaux doubles et l'élimination des fuites de l'infrastructure comptent parmi les méthodes relatives aux structures et aux modes d'utilisation qu'on peut employer pour réduire la demande d'eau dans le secteur municipal.

Seuls environ 50 % des raccordements aux réseaux d'eau municipaux du Canada sont dotés de compteurs. Cela constitue un énorme obstacle à la tarification à l'utilisation. Puisque la population urbaine était de 20 millions d'habitants en 1986 et qu'il y avait, en moyenne, un raccordement pour trois personnes, cela signifie qu'il y a environ 6,7 millions de raccordements résidentiels aux réseaux d'eau municipaux. Il s'ensuit que la mesure au compteur de toute l'utilisation résidentielle nécessiterait l'installation de plus de trois millions de compteurs supplémentaires. Si l'on adopte l'estimation des frais d'installation de compteur établie par MacLaren (1987), qui est de 200 dollars par raccordement, la tâche coûterait de 650 à 700 millions de dollars. Cette somme est importante, mais elle est faible par rapport aux huit à dix milliards de dollars nécessaires à la réparation et à la modernisation de l'infrastructure. En outre, la combinaison de la pleine mesure au compteur et du remaniement des barèmes de tarification permettrait aux municipalités de couvrir efficacement et équitablement les coûts de leurs réseaux d'eau.

Plusieurs études ont indiqué que le seul fait de mesurer l'utilisation au compteur peut donner lieu à une réduction appréciable de l'utilisation et faciliter la détection des fuites du réseau. Flack (1981, p. 89) a déclaré que la mesure au compteur a pour effet de réduire la demande totale de 21 %, l'arrosage des pelouses de 29 % et le déversement de 29 %. Loudon (1986, pp. 3–4) a indiqué les résultats d'expériences

faites dans plusieurs municipalités canadiennes (tableau 10). On peut en conclure qu'à elle seule, la mesure au compteur peut réduire l'utilisation urbaine de l'eau de 15 % à 20 %. En fait, il s'agit là d'un effet de la tarification, car on suppose qu'après avoir installé les compteurs, la municipalité fondera ses tarifs sur le volume de l'utilisation, donnant ainsi un encouragement de base à la conservation de l'eau.

La modernisation de différentes parties de l'infrastructure des services d'eau constitue une autre technique ayant trait aux structures qu'on peut employer pour réduire l'utilisation urbaine de l'eau. La modernisation résidentielle consiste à remplacer les appareils de plomberie par des dispositifs permettant d'économiser l'eau. Cela n'est pas coûteux dans le cas des pommes de douche, des cabinets d'aisance et des robinets. Au cours d'une expérience réalisée à Waterloo (Ontario), Robinson (1980, p. 5) a constaté une baisse moyenne de 20 % de l'utilisation de l'eau par les ménages utilisant les appareils permettant d'économiser l'eau. Ce pourcentage de réduction a semblé se maintenir à long terme.

Barclay (1984) a fait état d'expériences de modernisation d'immeubles locatifs par l'installation d'appareils permettant d'économiser l'eau. Il a constaté que c'est le remplacement des pommes de douches qui était la mesure de modernisation la plus fructueuse, parce qu'il permet d'économiser à la fois de l'énergie et des frais d'utilisation d'eau mesurée au compteur. « Puisque la plupart des pommes de douche à faible débit réduisent l'écoulement d'eau de 40 % à 50 %, on récupère le coût de la nouvelle pomme de douche en un an» (Barclay, 1984, p. 46). Il a résumé le point comme suit:

La modernisation des immeubles locatifs afin de réduire le prix de l'eau et la demande d'eau peut être réalisée dans un délai de recouvrement de coût raisonnable. La pomme de douche, les robinets de cuisine et de salle de bain et le réservoir des cabinets d'aisance devraient être remplacés par des appareils à faible débit. (Barclay, 1984, p. 47.)

Barclay a aussi déclaré que les propriétaires d'immeubles locatifs doivent réaliser des programmes appropriés d'entretien suivi afin de profiter de la modernisation. L'encouragement à cet effet pourrait être la majoration des tarifs d'utilisation de l'eau.

Tableau 10. Effets de la mesure au compteur sur le pompage municipal de l'eau

Municipalité	Quantité pompée avant l'installation de compteurs[1]	Quantité pompée après l'installation de compteurs			
		Court terme		Long terme	
	Quotidienne par habitant (L)	Quotidienne par habitant (L)	Différence (%)	Quotidienne par habitant (L)	Différence (%)
Kingston (Ont.)	1003	638	-36	748	-25
Brockville (Ont.)	889	–	–	752	-15
Ottawa (Ont.)	597	–	–	433	-27
Calgary (Alta.)[2]	1171	–	–	802	-31

[1]Toutes les quantités correspondent à l'utilisation totale de l'eau et non seulement à l'utilisation ménagère. C'est pourquoi elles sont considérablement plus fortes que celles qui figurent au tableau 2.
[2]Il ne s'agit que d'une estimation de l'effet. L'option pour la mesure au compteur a été défaite pendant un plébiscite en 1966.
Source: Loudon (1986).

De plus, la modernisation des réseaux peut donner lieu à une réduction considérable de la demande d'eau. La détection des fuites et des infiltrations dans les réseaux d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées permettra à bien des municipalités de réaliser des économies appréciables. Hennigar (1984, pp. 52–53) a écrit que la détection des fuites aiderait non seulement à économiser de l'eau, mais aussi à établir des programmes d'entretien régulier, à faire baisser les frais d'exploitation du matériel de pompage et d'alimentation en combustible et à améliorer la sécurité des installations enfouies et les relations publiques.

Postel (1985, pp. 44–45) a abordé la question de la modernisation d'un point de vue légèrement différent, soit celui des économies d'énergie. Elle a déclaré que le simple fait d'installer, dans l'habitation d'une famille moyenne de quatre personnes ayant un chauffe-eau électrique, une pomme de douche permettant d'économiser l'eau, qui ne coûte guère plus qu'une pomme de douche classique, pourrait faire diminuer de 100 dollars le montant de la facture annuelle d'électricité de cette famille.

Les réseaux d'eau doubles et les réseaux de recirculation permettent, eux aussi, de réduire la demande

d'eau urbaine. Les réseaux doubles comprennent deux réseaux distincts de conduites d'alimentation: l'un amenant l'eau destinée à être bue ou à servir à la cuisine ou à d'autres fins exigeant une eau de qualité élevée, et l'autre amenant de l'eau à des fins telles que l'irrigation, l'hygiène, la lutte contre les incendies et d'autres fonctions pouvant être exercées à l'aide d'une eau de moindre qualité. Il faudrait quand même que l'ingestion accidentelle de l'eau du deuxième réseau ne présente que peu de danger pour la santé. C'est principalement sous le rapport du coût des produits chimiques employés normalement pour épurer l'eau que le réseau double permet de réaliser des économies.

Les réseaux de recirculation, ou de recyclage, sont les réseaux de plomberie des habitations qui reçoivent les eaux usées des machines à laver et des douches, et les mettent à contribution aux fins de l'évacuation des cabinets d'aisance ou de l'arrosage des pelouses. Haney et Hagar (1985) ont indiqué qu'une économie d'eau de 39 % pouvait être réalisée dans une habitation dotée d'un réseau de recirculation.

Techniques socio-politiques

Les moyens socio-politiques de favoriser la gestion de la demande comprennent la promotion de pratiques judicieuses de tarification de l'eau, la promotion de la recherche et du développement, l'éducation du public et l'examen des avantages et inconvénients de la privatisation des réseaux d'eau.

Nous avons déjà traité des mécanismes de tarification de l'eau. Les gestionnaires, administrateurs et politiciens ont un rôle crucial à jouer pour que l'importance de la tarification soit reconnue. Ce rôle consiste à favoriser l'amélioration de la tarification de l'eau. C'est dans le rapport issu de l'Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux que cette question a été traitée pour la première fois. Il est recommandé dans ce rapport qu'une étude exhaustive soit réalisée sur la tarification appropriée aux services municipaux d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées, y compris la mesure au compteur universelle. Faisant écho à ce rapport, la Politique fédérale relative aux eaux fait de la tarification réaliste de l'utilisation de l'eau une des cinq stratégies principales préconisées. Ce rapport et cette politique ont servi à tracer la ligne de conduite du gouvernement fédéral à l'égard du problème que pose le financement de l'infrastructure municipale. Cette ligne de conduite est destinée à voir à ce que les fonds nécessaires à l'amélioration des réseaux des services d'eau soient obtenus des utilisateurs de ces services plutôt que puisés aux recettes fiscales fédérales. Les politiques adoptées devraient avoir des répercussions considérables, à long terme, sur la gestion de l'eau.

La deuxième technique socio-politique est axée sur l'éducation du public. L'éducation et la sensibilisation du public ont une importante contribution à apporter à la conservation de l'eau urbaine. L'utilisation irréfléchie de l'eau est profondément ancrée dans les habitudes de la plupart des Canadiens, qui s'attendent à disposer d'eau à longueur de journée et d'année et ce à de très bas prix, comme en témoigne le tableau 5. Des groupes tels que l'institut national pour la survivance (1985) et le ministère de l'Éducation de l'Alberta ont engagé l'éducation nécessaire du public. De plus, Pearse et coll. (1985, chap. 16) ont recommandé la réalisation d'un programme fédéral concerté d'éducation du public en vue de la conservation de l'eau. Robinson (1980, p.4) a déclaré que les programmes d'éducation pouvaient intervenir, à eux seuls, pour une diminution de 10 % de l'utilisation de l'eau.

La troisième technique socio-politique est la privatisation d'une partie ou de la totalité des réseaux des services d'eau urbains, ce qui constitue une proposition plutôt nouvelle destinée à permettre de profiter du fait que les services privés sont plus efficaces que les services publics et de la capacité qu'a le secteur privé d'obtenir le capital nécessaire à la modernisation des réseaux des services d'eau. L'auteur du présent document n'approuve, ni ne désapprouve cette proposition, mais il signale qu'il y a lieu d'étudier de façon plus poussée la nouvelle stratégie de gestion dont elle découle, stratégie englobant les principes de Schultze qui sont énoncés au chapitre 2.

Les principes directeurs de la privatisation ont été indiqués par Hanke (1983) et Hanke et Fortin (1985). Les tenants de ceux-là croient que les entreprises privées ont une efficacité supérieure à celle du secteur public. Hanke (1983, p. 30), par exemple, a déclaré ce qui suit:

la privatisation de l'infrastructure est le fer de lance d'un mouvement nouveau aux États-Unis... Presque tous les travaux dits publics devraient être privatisés... Le coût de la prestation de ces services par des entreprises privées est inférieur au coût de leur prestation par le secteur public.

Hanke soutient que le secteur privé peut exercer à un coût moindre des fonctions qui ont longtemps incombé au secteur public. Il fonde son argument sur la capacité qu'a le secteur privé d'imposer des tarifs et de prendre des mesures d'encouragement en fonction du véritable coût de la prestation des services d'eau. Wade

Miller Associates, au cours d'une étude réalisée pour le compte du National Council on Public Works Improvement, des États-Unis (1987, p. 134), ont examiné la question de la privatisation. Ils résument leurs conclusions comme suit:

Bien que la privatisation...présente pour l'investisseur privé un certain nombre d'avantages fiscaux et de possibilités de réaliser des économies non fiscales appartenant au rendement de l'investissement, les avantages qu'elle présente pour la municipalité sont encore plus importants. Premièrement, la municipalité obtient des installations nécessaires sans débourser de fonds municipaux, sans devoir faire voter des garanties de prêt par les contribuables et sans que cela réduise son plafond de cautionnement. Deuxièmement, le risque financier passe à l'investisseur, qui est obligé par contrat d'exploiter et d'entretenir l'installation et d'observer tous les règlements. De plus, l'investisseur privé peut fournir le même service à un prix de revient de 10 % à 20 % moindre parce que ses coûts de construction sont inférieurs, que son efficacité est supérieure en raison des délais de prestation et qu'il peut tirer des avantages opérationnels et fiscaux. La municipalité conserve le contrôle et réalise des économies financières considérables sans avoir à porter les charges de la propriété.

Doctor (1986, p. 48) a déclaré que la privatisation comportait, en général, pour la municipalité une économie de 10 % à 30 % du coût, et dans certains cas beaucoup plus.

Il y a des précédents de privatisation en France, où de grandes et viables entreprises de génie ont reconstruit et réadapté plusieurs grands réseaux de services d'eau ayant été ravagés par la guerre (Deschamps, 1986, p. 34). Ces entreprises, qui desservent actuellement plus de 60 % de la population de la France, ont non seulement atteint l'efficacité et un rendement élevé, mais aussi procédé à des recherches et à des innovations afin d'améliorer l'exploitation. Comme il est indiqué dans l'introduction d'une série d'articles sur la privatisation parus dans le journal de l'American Water Works Association (AWWA, 1986, p. 33):

dans bien des cas, ces sociétés fabriquent et distribuent l'équipement nécessaire à la mise en oeuvre de leurs techniques nouvelles. Leur personnel est bien formé, leur direction, efficace et leurs spécialistes, respectés dans le monde entier.

En France, la tarification des services d'eau est principalement fondée sur le tarif dégressif par bloc. Il y a deux principaux barèmes de tarification. Le premier comprend deux parties: un tarif fixe permettant de couvrir les frais généraux et un tarif qui diminue à mesure qu'augmente l'utilisation. Le deuxième comprend un tarif annuel, versé d'avance, à l'égard d'une quantité fixe d'eau et un tarif applicable à toute quantité utilisée en sus de la quantité fixe.

Nous ne nous prononcerons pas au sujet des effets de la privatisation sur l'alimentation urbaine en eau. Celle-là présente pour avantages de faire baisser les frais administratifs de la municipalité et de lui permettre de profiter d'innovations technologiques. Ses inconvénients sont qu'elle donne lieu à la perte du contrôle direct par les autorités municipales, du contrôle de la qualité de l'environnement et de la propriété publique des réseaux de services d'eau. Toutefois, Westerhoff (1986, p. 44) a déclaré qu'on peut obvier à ces inconvénients en négociant efficacement les marchés.

PROBLÈMES DE GESTION DE LA DEMANDE DANS LE CONTEXTE DES MUNICIPALITÉS

L'intégration du concept de la gestion de la demande aux opérations municipales n'est pas sans comporter de difficultés, particulièrement pendant la courte période d'adaptation. Loudon (1986, pp. 6–7) a parlé de «l'énigme de la conservation» et résumé la question comme suit:

Les coûts de l'eau ne varient relativement pas selon la demande. À une réduction de la demande d'eau ne correspondra pas une diminution proportionnelle des coûts. Un programme de conservation efficace créera un besoin de majorer les tarifs d'utilisation de l'eau pour honorer des obligations financières qui n'ont que très peu diminué et qui, selon le coût du programme de conservation, peuvent avoir fait augmenter les coûts. On comprend bien que les clients soient mécontents de voir que le montant de leur facture d'eau ne baisse pas en dépit de leurs efforts.

Le manque de récompense concrète à court terme des efforts de conservation pose vraiment un problème qui peut faire échouer les efforts de conservation devant porter fruit à plus long terme.

Les efforts de conservation d'urgence ou à court terme n'ont pas la même incidence financière.

La difficulté de faire accorder les revenus et les dépenses et de devoir majorer les tarifs pour obtenir des revenus suffisants en cas de diminution de la demande a porté bien des municipalités à reconsidérer les options de conservation faisant directement appel aux clients.

Hirschleifer et coll. (1960, pp. 94–98) ont traité en détail du déséquilibre possible entre les revenus et les coûts. Ils ont prouvé qu'un équilibre pouvait être établi entre ceux-ci et ceux-là, surtout en modifiant les tarifs avec le temps en fonction de l'évolution des coûts, conformément au postulat selon lequel l'efficacité économique est atteinte lorsqu'on fait équivaloir les tarifs au coût marginal à court terme. Ils ont reconnu le préjugé contre la modification des tarifs d'utilisation de l'eau en fonction du coût et des revenus courants, mais ont précisé que:

ce n'est précisément qu'un préjugé. Aucun client n'est en droit de s'attendre à ce que les prix demeurent inchangés pendant que les conditions de l'offre et de la demande changent, à moins...qu'il soit disposé à s'engager par contrat à long terme. Par conséquent, bien qu'elles doivent reconnaître le préjugé existant, les autorités en matière d'eau devraient non pas s'y résigner aveuglément, mais bien essayer d'éduquer le public au sujet du gaspillage et des coûts sociaux qu'il impose à tout le monde.

Dans une section antérieure, nous avons indiqué qu'il se pouvait que la tarification de l'utilisation urbaine de l'eau soit améliorée grâce à l'adoption d'un barème à deux blocs, le tarif du premier permettant de payer les frais fixes de l'exploitation du réseau et le second étant associé à un tarif unitaire constant. Cela permettrait d'empêcher les manques à gagner.

CONSÉQUENCES DE LA GESTION DE LA DEMANDE D'EAU DANS LE SECTEUR MUNICIPAL

De graves problèmes de financement, d'alimentation en eau et de qualité de l'eau se posent dans le secteur municipal, problèmes dont le règlement exigera l'engagement à long terme de milliards de dollars. Il importe d'examiner soigneusement toutes les options de gestion de l'eau afin de trouver les solutions les plus efficaces. La gestion de la demande d'eau présente des perspectives positives à l'égard du règlement des problèmes en question.

La thèse que nous soutenons est que la réalisation de tout progrès appréciable en vue du règlement des problèmes d'utilisation municipale de l'eau exige à la fois l'application universelle de la mesure au compteur et l'amélioration des pratiques de tarification, qui donnerait probablement lieu à des majorations modérées des tarifs. Ceux-ci sont les principaux signaux envoyés aux consommateurs et aux planificateurs au sujet de la valeur des ressources. Or, comme nous le montrons dans ce chapitre, le fait que les tarifs d'utilisation de l'eau imposés par les municipalités ont toujours été faibles a témoigné d'une sous-estimation considérable de cette valeur. La clé de l'amélioration de la gestion de l'eau urbaine et de l'augmentation de son efficacité est la tarification réaliste. D'autres mesures, telles que la détection des fuites et les programmes de réparations, importent aussi aux fins de l'implantation de la gestion de la demande d'eau dans les municipalités. Toutefois, nous sommes d'avis que cette implantation ne peut avoir lieu que si les revenus sont suffisants, la suffisance de ceux-ci dépendant principalement de la tarification.

La majoration des tarifs aurait plusieurs effets. À court terme, l'utilisation moyenne de l'eau diminuerait selon l'ampleur de la majoration et l'élasticité–prix de la demande. La plupart des calculs indiquent que la baisse initiale de l'utilisation de l'eau serait d'au moins 25 %, et qu'à plus long terme, à mesure que les utilisateurs modifient leurs habitudes, la baisse serait ramenée à de 15 % à 20 %. L'utilisation serait réduite par différents moyens tels que la modernisation des appareils de plomberie et les autres mesures d'économie indiquées ci-avant.

Il pourrait y avoir des insuffisances de revenu à court terme qui exigeraient la prestation d'une aide financière temporaire aux municipalités, mais il ne faudrait pas que cela entrave la rationalisation de l'utilisation de l'eau à long terme. De toute façon, les manques pourraient être comblés grâce à la tarification remaniée dont il est question ci-dessus. Si la tarification était plus rationnelle, la demande prévue serait moindre et le besoin d'expansion de l'infrastructure serait retardé ou même éliminé. Les frais d'exploitation et d'entretien baisseraient, y compris les coûts de l'énergie, car la quantité d'eau d'alimentation à épurer ou à pomper serait réduite et les besoins en traitement des eaux usées diminueraient. Si l'élasticité–prix était inférieure à 1, la hausse des tarifs permettrait d'obtenir les capitaux nécessaires à la rénovation et à l'amélioration de l'infrastructure. Les villes se concentreraient peut-être puisqu'il incomberait aux habitants des nouveaux lotissements de payer la totalité des coûts marginaux d'alimentation en eau. En dernier lieu, la majoration des tarifs pousserait les industries raccordées aux réseaux municipaux à prendre des mesures de conservation, ce qui ferait diminuer la demande et renforcerait la tendance à réduire l'utilisation résidentielle.

Gestion de la demande d'eau industrielle

L'utilisation industrielle de l'eau, aux fins du présent chapitre, ne comprend que l'utilisation de l'eau dont s'alimente l'industrie privée. Les utilisations les plus courantes dans l'industrie privée sont le refroidissement et la condensation, la fabrication, et l'assainissement. Le refroidissement et la condensation ont trait à la transmission de la chaleur produite au cours des procédés et à la condensation de la vapeur qui s'échappe à la production d'énergie. La majeure partie de l'eau servant au refroidissement et à la condensation se trouve dans des dispositifs de circulation distincts et n'est pas polluée, sauf que sa température augmente (d'ordinaire de 10 °C à 15 °C). L'eau de fabrication est celle qui entre en contact avec les produits intermédiaires ou finals ou y est incorporée. Elle porte la majeure partie des polluants dégagés pendant la production et peut aussi comprendre de fortes quantités de chaleur. En 1981, les eaux de refroidissement, de condensation, et de fabrication intervenaient pour près de 98 % du total des prélèvements d'eau par les fabricants canadiens. Dans les centrales thermiques, le refroidissement et la condensation comptaient pour à peine moins de 100 % des prélèvements. Les utilisations sanitaires étaient négligeables, ne consistant qu'à répondre aux besoins du personnel des usines.

L'utilisation industrielle de l'eau englobe un très vaste éventail d'activités économiques variant de l'extraction de minéraux à la fabrication d'aliments et boissons. Elle comprend la production de biens de toutes les sortes et se déroule dans différentes conditions technologiques dépendant, dans bien des cas, de l'âge des usines, du procédé employé, etc. C'est pourquoi l'examen de l'utilisation industrielle de l'eau nécessite bien des généralisations, dont les résultats peuvent ne pas s'appliquer à tous les cas précis.

Bon nombre des principes exprimés dans le chapitre précédent, particulièrement pour ce qui est de la tarification de l'utilisation de l'eau, s'appliquent également à l'industrie privée. Nous ne reviendrons pas sur ces principes, qui ont principalement trait à la tarification des facteurs de production. Nous nous attacherons plutôt à traiter des deux volets suivants de l'utilisation industrielle de l'eau: l'interprétation du problème de pollution industrielle de l'eau dans l'optique de la gestion de la demande et le concept du recyclage de l'eau.

FAITS DE BASE

Au Canada, les secteurs de l'extraction des minéraux, de la fabrication, et de la production d'énergie thermique, qui sont les piliers de l'économie industrielle du Canada, ont prélevé 30 130 millions de mètres cubes d'eau en 1981, dernière année sur laquelle l'on dispose de statistiques complètes (tableau 11). (On est en train de recueillir les statistiques issues d'un relevé réalisé en 1986.) De cette quantité, près de 16 000 millions de

Tableau 11. Caractéristiques de l'utilisation industrielle de l'eau en 1981 (million de m^3)

	Volumes					Mesures de l'efficacité technique	
Secteur	Prélèvement[1]	Recirculation[2]	Utilisation brute	Consommation[3]	Déversement[4]	Taux d'utilisation[5]	Taux de consommation[6] %
Extraction de minéraux	648	2 792	3 440	179	469	5,31	0,28
Fabrication	10 201	11 258	21 459	507	9 694	2,10	0,05
Production d'énergie thermique	19 281	1 868	21 149	168	19 113	1,10	0,01
Total	30 130	15 918	46 048	854	29 276	1,52	0,03

[1] Eau entrant dans une installation industrielle pour la première fois.
[2] Différence arithmétique entre l'utilisation brute de l'eau et le prélèvement.
[3] Différence arithmétique entre le prélèvement et la restitution.
[4] Quantité totale d'eau rejetée par une installation industrielle.
[5] Indice de la recirculation; rapport entre l'utilisation brute de l'eau et le prélèvement.
[6] Indice de la consommation d'eau; rapport entre la consommation et le déversement.
Source: Tate et Scharf (1985).

mètres cubes ont été recyclés, ce qui a permis de faire équivaloir le prélèvement total et l'utilisation brute de plus de 46 000 millions de mètres cubes. Le nombre moyen de recirculations (taux d'utilisation) a varié de 5,31, dans le cas de l'extraction de minéraux, à 1,10, dans le cas des centrales thermiques. Le taux d'utilisation total des industries a été de 1,52. Le taux de consommation d'eau a, lui aussi, varié grandement entre 28 % du prélèvement, dans le cas de l'extraction de minéraux, et un peu moins de 1 %, dans le cas des centrales thermiques, le taux moyen des industries étant de 3 %.

Le coût de l'eau pour les industries a été, au total, de 421 millions de dollars en 1981 (tableau 12). Le coût de l'eau pour les fabricants (351 millions de dollars) a été le plus important et peut servir à illustrer l'importance économique du coût de l'eau pour l'industrie privée. En 1981, le coût total de tous les facteurs de production de l'industrie de la fabrication a été de 191 milliards de dollars (Statistique Canada, 1985, p. 516). On peut en conclure que l'eau n'est intervenue que pour 0,2 % de ce total.

étroitement lié à ceux dont nous avons déjà traité dans le contexte de l'infrastructure municipale. Dans le cas des industries qui s'alimentent elles-mêmes, la majeure partie du problème de financement ne concerne que le secteur privé, et ce problème n'exerce pas sur les finances publiques autant de pression que les problèmes d'utilisation municipale de l'eau. On est porté à conclure que l'alimentation industrielle en eau n'est pas un important sujet d'inquiétude au Canada, du point de vue de la disponibilité globale de l'eau.

La pollution de l'eau pose un problème plus grave d'utilisation industrielle de l'eau. Dans une économie industrielle avancée, les cours d'eau des régions industrialisées se dégradent considérablement. La gestion de la demande d'eau peut contribuer énormément au règlement des problèmes de pollution.

TECHNIQUES INDUSTRIELLES DE GESTION DE LA DEMANDE D'EAU

Cette section présente les principales raisons pour lesquelles le manque de stimulants économiques de la protection de l'eau a causé la pollution industrielle de

Tableau 12. Coûts industriels de l'eau par élément et industrie, 1981 (milliers de dollars)

Secteur	Acquisition	Épuration du prélèvement	Recirculation	Épuration des eaux usées	Coût total
Extraction des minéraux	11 460	11 209	9 928	14 378	46 975
Fabrication	108 908	86 156	46 422	109 498	350 984
Production d'énergie thermique	11 311	11 678	0	0	22 989
Total	131 679	109 043	56 350	123 876	420 948

Source: Tate and Scharf (1985).

PROBLÈMES EXISTANTS ET IMMINENTS

Ce n'est probablement pas le hasard qui fait que les grands secteurs industrialisés du Canada se trouvent dans les régions les plus humides du pays. Il serait simpliste de soutenir que la disponibilité de l'eau est le seul facteur déterminant du choix des emplacements industriels, mais il est incontestable que les grandes industries ont besoin d'énormes volumes d'eau. C'est une des principales raisons pour lesquelles elles se trouvent le long de masses d'eau telles que les Grands Lacs. Il est rare qu'on trouve de très grandes industries dans des régions semi-arides car celles-ci ne leur assurent ni l'approvisionnement en eau, ni la proximité des marchés et des sources de main-d'oeuvre. La quantité d'eau assurée par l'infrastructure peut poser un problème dans certaines régions et aux industries qui s'alimentent aux réseaux municipaux. Ce problème est

l'eau. Elle illustre aussi par des exemples la tarification existante, et indique des mesures de tarification constituant des encouragements économiques qui peuvent empêcher ou au moinsréduire la dégradation de la qualité de l'eau causée par les effluents.

Techniques économiques

L'argument que nous présentons est que la pollution de l'eau est fondamentalement un problème économique découlant du fait qu'on n'a pas su reconnaître, par le passé, la valeur de l'utilisation des ressources en eau pour évacuer les déchets industriels et qu'on ne l'a pas tarifée en conséquence. C'est pourquoi une importante partie de la solution réside dans l'adoption de pratiques de gestion fondées sur une solide compréhension des caractéristiques économiques de la gestion de l'eau industrielle, y compris les

volets du problème qui ont trait aux finances et à la répartition.

Il y a lieu d'indiquer d'emblée un point de vue solidement ancré et, dans bien des cas, négatif: toute mesure économique de lutte contre la pollution industrielle reviendra à délivrer des «permis de polluer». Cela n'est pas plus vrai dans le cas des redevances sur les effluents (p. ex., fondées sur le volume et la concentration de l'effluent) que dans celui de tout autre régime de dépollution administré par les organismes publics. Ceux-ci auront du mal à progresser en matière de lutte contre la pollution industrielle s'ils continuent d'accorder foi à pareil mythe.

Pollution industrielle de l'eau

L'eau a toujours servi non seulement de source de matières premières industrielles, mais aussi de lieu de rejet des résidus des procédés industriels. L'eau se caractérise par sa capacité de nettoyer certaines eaux usées et d'éliminer certains polluants (p. ex., les solides biodégradables) ainsi que d'en diluer d'autres à des points tels que, dans bien des cas, leurs concentrations deviennent négligeables. C'est, dans une grande mesure, sur ces propriétés de biodégradation et de dilution qu'est fondée l'utilisation des masses d'eau pour fin d'évacuation des déchets. La pratique a été jugée acceptable par la société et ses décisionnaires politiques dans les cas où les installations industrielles ne sont pas concentrées et où les résidus ne sont pas toxiques.

Au cours de l'expansion économique, les agglomérations urbaines et les installations industrielles qui les approvisionnent ont augmenté tant en envergure qu'en concentration. De plus, le changement technologique a donné lieu à la création de produits, et particulièrement de substances chimiques. Celles-ci sont à la fois non biodégradables et, dans bien des cas, toxiques pour bien des organismes vivants, y compris les humains (Muir et Sudar, 1987). Par conséquent, la croissance économique a provoqué un dépassement de la capacité d'assimilation et de dispersion des substances toxiques et non biodégradables dans l'écosystème. Cela a causé une importante, et souvent dangereuse, dégradation de l'environnement et posé un problème de gestion qui n'a pas pu être réglé malgré les efforts faits par les organismes publics et un vaste éventail de groupes d'intérêt publics.

On peut considérer la pollution de l'eau comme un problème d'effets extérieurs de l'utilisation industrielle des services de l'environnement, qui constituent une partie intégrante mais non payée des procédés de production. Cherchant à tirer des profits maximaux, les dirigeants industriels ont, bien entendu, préféré utiliser les ressources en eau, auxquelles aucun prix n'est associé, aux fins de l'évacuation des résidus de leurs industries plutôt que d'installer dans celles-ci de coûteux dispositifs de dépollution ou de recyclage. Le problème que pose la dépollution ne tient pas principalement à l'insuffisance technologique; nous connaissons les moyens techniques d'éliminer la plupart des résidus. Il tient plutôt à l'insuffisance ou à l'absence de stimulants économiques de la réduction des rejets de résidus polluants. Comme nous l'avons déjà indiqué, le coût de la dépollution ne représente qu'une fraction d'un pour cent de la valeur des expéditions industrielles. Il constitue, par conséquent, une considération négligeable dans les bilans des sociétés.

L'approche de dépollution classique, qui est d'ailleurs encore employée, consiste à greffer sur le régime économique un des modules de «commandement et de contrôle» prévus par Schultze (1977). Les organismes gouvernementaux établissent des lignes directrices sur la qualité des rejets industriels ou des normes et règlements à respecter. Citons l'exemple de règlements industriels de lutte contre la pollution, établis en vertu de la Loi sur la protection de l'environnement, ainsi que des règlements provinciaux similaires à ceux contenus dans la Loi fédérale. Il arrive souvent que l'intégration de la «meilleure technique praticable» ou de la «meilleure technique existante» soit la base de ces normes et règlements qui, une fois établis, constituent des permis de polluer. En outre, cette approche de gestion de l'offre comprend la négociation de calendriers de mise en oeuvre des règlements, d'interminables négociations sur la réduction des incidences économiques et, souvent, le report de la nécessité d'observer les règlements. Les efforts faits pour assujettir à des limites de pollution appropriées les déversements des conserveries de viande de Winnipeg (Penman, 1974) sont une illustration classique des problèmes que posent les approches de gestion fondées sur l'offre. Dans son ouvrage intitulé *The Tragedy of the Commons,* Hardin (1968) présente une illustration plus générale des conséquences de la gestion de l'offre.

Comme nous l'avons déjà indiqué, le problème fondamental de la pollution industrielle est le manque de stimulants économiques et non l'insuffisance des connaissances technologiques. Le fait que le producteur de polluants n'ait pas de coût à payer pour les déverser le porte à ne procéder qu'à une épuration minimale de ses eaux usées ou, ce qui est encore plus fréquent, à ne pas les épurer du tout. Cela donne lieu

au déversement d'eaux usées brutes ou insuffisamment traitées. Qui plus est, le faible coût des services de l'environnement n'encourage nullement l'amélioration des techniques.

Exemples de tarification actuelle de l'utilisation industrielle de l'eau

En général, les ressources en eau du Canada appartiennent aux provinces, et leur surveillance relève de la compétence de celles-ci. Toutefois, le gouvernement fédéral a le contrôle des eaux des territoires et assume des responsabilités précises dans des domaines tels que les pêches et les eaux internationales. Ainsi, bon nombre des arrangements de tarification actuels applicables à l'industrie privée ont-ils été établis par les provinces.

Les redevances imposées à l'industrie varient grandement selon la province. Six des provinces n'imposent aucune redevance sur les prélèvements industriels d'eau (tableau 13). Dans les quatre autres provinces, les redevances imposées aux fabricants peuvent atteindre 176 dollars par 1000 m^3, mais ont tendance à baisser parce que la plupart des barèmes tarifaires prévoient des tarifs dégressifs par bloc. Le Manitoba est la seule province qui emploie un tarif progressif par bloc. Les redevances imposées aux sociétés de production d'énergie sont fondées, dans la plupart des cas, sur la capacité de production ou la production annuelle (Environnement Canada, 1986c).

Stimulants économiques destinés à réduire la pollution industrielle

La gestion de la demande d'eau permet à la fois d'étudier le problème de la pollution industrielle dans une nouvelle optique et d'envisager une solution nouvelle. La recherche économique à cet égard a prouvé que l'utilisation industrielle de l'eau varie selon le prix. De Rooy (1970, 1974) a constaté que le prix de l'eau est un facteur important de la demande d'eau des installations industrielles. Renzetti (1987) a confirmé dernièrement que cette constatation s'applique aux industries canadiennes.

Ces études, et d'autres, laissent entendre qu'à mesure que les prix augmentent, la demande baisse, principalement grâce au recyclage et à d'autres modifications de procédé. Cela porte à croire que la tarification des caractéristiques d'élimination des déchets que présente l'eau serait un moyen stratégique de régler le problème du manque d'encouragement de la dépollution industrielle.

Une fois qu'on a reconnu la nécessité d'associer des prix aux services de l'environnement, il y a bien des façons d'y procéder. Kneese a présenté des arguments en faveur de l'imposition de droits de déversement d'effluent industriel, concluant

qu'il existe de fortes preuves selon lesquelles l'imposition de droits de déversement, si elle était dûment mise en oeuvre, serait plus efficace et plus équitable que la seule réglementation directe, qui a caractérisé la politique de la plupart des pays. On peut tout simplement établir des modes de tarification destinés à provoquer des changements qui

Tableau 13. Redevances annuelles ($/10^3m^3$) des industries de fabrication, par province

Province	Redevance	Mode de tarification	Premier bloc	Dernier bloc
Terre-Neuve	Non			
Nouvelle-Écosse	Oui	V tdb	0,40	0,055
Île-du-Prince-Édouard	Non			
Nouveau-Brunswick	Non			
Québec	Non	(Seule l'utilisation sans prélèvement est tarifiée)		
Ontario	Non			
Manitoba	Oui	V tpb	2,00	1,00
Saskatchewan	Oui	V	12,16	2,43
Alberta	Non	(81,00 $/1000$m^3$ dans le cas des installations appartenant à la province)		
Colombie-Britannique	Oui	V tdb	176,00	44,00
Territoires	Oui	V tdb	22,00	2,20

Note : V=Tarif fondé sur le volume.
V tdb=Tarification au volume selon un barème dégressif par bloc.
V tpb=Tarification au volume selon un barème progressif par bloc.
Sources: Environnement Canada (1986b) et Manitoba Gazette (1987).

permettront d'atteindre les normes environnementales à bien moins de frais que n'en comporte un programme de normes classique même si l'on réussit à le bien mettre en oeuvre. (Kneese, 1977, p. 253.)

Dales (1968) a proposé un régime de permis de déversement d'effluents fondé sur la capacité d'assimilation de chaque cours d'eau. Afin d'incorporer un volet économique aux décisions sur la lutte contre la pollution industrielle, le prix des permis serait fixé en fonction d'estimations des coûts de dépollution présentées par les sociétés, et les titulaires de permis pourraient continuer de déverser les polluants indiqués alors que les autres sociétés seraient obligées de mettre fin à leurs activités polluantes. En fait, ce régime encourage la dépollution dans le cas de ceux qui peuvent la réaliser à un coût relativement bas et permet aux entreprises qui ne pourraient y procéder qu'à grands frais de continuer de déverser des polluants pourvu qu'elles ne dépassent pas la limite prévue par leur permis. Le plafonnement de la disponibilité des permis assurerait le maintien de la qualité de l'eau ambiante. Le fait de devoir présenter périodiquement de nouvelles estimations inciterait les sociétés à modifier leurs procédés ou à en changer. En se fondant sur les principes de la gestion du risque, Giles (1986) a indiqué que même l'imposition de droits de déversement minimaux encouragerait considérablement la dépollution industrielle, puisque les industries préfèrent mener leurs opérations dans un climat de stabilité des politiques. L'adoption d'une politique publique prévoyant l'imposition de droits de déversement minimaux (p. ex., par unité de déversement polluant) créerait un climat de réglementation englobant des stimulants économiques de la dépollution. Les entreprises prendraient des mesures de dépollution même si les droits étaient minimaux, afin de ne pas être obligées de verser des droits plus élevés par la suite. Après une période initiale, par exemple de dix ans, où les droits seraient maintenus faibles, on pourrait réviser les politiques.

Les solutions de tarification que nous venons d'indiquer sont toutes axées sur les déversements industriels. Ce qu'on reproche couramment à la tarification fondée sur le volume de l'effluent ou sa teneur en polluants, c'est qu'elle nécessite beaucoup de données de mesure et la tenue d'un grand nombre de registres. Bien que ce reproche soit essentiellement mal fondé, car tout régime de dépollution des effluents exige des données, on dispose de preuves (p. ex., Kollar et MacAuley, 1980) selon lesquelles la tarification des prélèvements permettrait d'arriver à la même fin. Autrement dit, la majoration du prix de l'eau ferait indirectement diminuer les rejets d'eaux usées. Il en serait ainsi, par exemple, parce que les sociétés trouveraient profitable de recirculer leurs eaux usées. Il faudrait traiter préalablement celles-ci dans une certaine mesure. Nous examinerons la question du traitement dans la section suivante. Ce qu'il importe de retenir ici, c'est que la majoration des prix au prélèvement pourrait faire diminuer les déversements parce que les sociétés trouveraient profitable de traiter les eaux usées et de les recycler.

Les mesures susmentionnées ne sont nullement les seules possibilités d'action économique en vue de la gestion de la demande. L'adoption de stimulants fiscaux, tels que l'amortissement accéléré, pour encourager l'utilisation de la technologie appropriée peut aider à surmonter l'obstacle que pose la mise de fonds élevée. Ces stimulants doivent être assez importants pour rendre les techniques de gestion de la demande économiquement attrayantes au cours de la période d'amortissement normale, qui est de deux à quatre ans dans l'industrie privée. Les crédits d'impôt, soit les sommes déduites directement du montant de l'impôt, peuvent être employés pour encourager le changement technologique favorisant la gestion de la demande d'eau.

Selon l'expérience acquise au Canada, il s'agit là d'instruments qui s'emploient le plus souvent à l'égard des investissements initiaux dans la recherche, et ils encouragent l'innovation. Au lieu des crédits d'impôt, on peut utiliser des prêts garantis exempts d'impôt pour l'adoption de matériel permettant d'économiser l'eau.

Techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation

Comme l'indique le tableau 11, la recirculation de l'eau peut intervenir pour une importante partie du total de l'utilisation industrielle de l'eau, permettant de faire durer plus longtemps les ressources dont on dispose pour répondre à la demande actuelle et future. À l'examen du concept de la recirculation, il importe de garder à l'esprit les facteurs économiques en cause, bien que ces facteurs ne soient pas l'objet essentiel de notre propos. La décision de recycler l'eau repose, dans la plupart des cas, sur des considérations économiques plutôt que sur un pur souci d'économie d'eau. Comme Bower (1966, p. 151) l'a fait remarquer,

le critère que l'industrie emploie pour évaluer les possibilités d'investissement dans les dispositifs d'utilisation de l'eau est, en général, le taux de rendement de l'investissement. Cela est particulièrement vrai dans le cas des installations existantes

où les modifications possibles sont nombreuses... On n'institue pas la conservation de l'eau en milieu industriel uniquement pour économiser de l'eau, et il y a lieu de se rappeler que la suboptimisation, soit le fait de minimiser le coût total de l'utilisation de l'eau, ne comporte pas toujours des coûts de production totaux minimaux.

En général, à mesure que les préoccupations au sujet de la qualité de l'eau ont augmenté et que des normes publiques ont été établies à l'égard de cette qualité, la recirculation est intervenue pour une proportion de plus en plus forte de l'utilisation brute de l'eau. Par exemple, l'analyse des tendances des taux d'utilisation dans les industries de fabrication des États-Unis de 1954 à 1973 indique que ces taux ont augmenté avec le temps (Tate, 1979. pp. 70–72 ; Postel, 1985, p. 29). Qui plus est, Bower a signalé (1966, p. 162) que:

l'adoption ou l'augmentation de la recirculation de l'eau à l'intérieur des usines est une des principales réactions à la réglementation des effluents. Il est évident qu'à mesure que la quantité d'eau prélevée augmente, la quantité d'effluent et les coûts d'épuration des eaux usées augmentent en conséquence. C'est pourquoi la réaction la plus courante de l'industrie privée à l'imposition de droits de déversement ou à la nécessité de respecter des lignes directrices sur les effluents ou des limites quantitatives de ceux-ci, ou les deux, consiste à freiner le prélèvement afin de réduire les coûts d'épuration des eaux usées. La recirculation permet de réduire considérablement le volume d'eau prélevé, ce qui fait diminuer l'ampleur des installations nécessaires au traitement et à l'évacuation des eaux usées et le coût de ces fonctions.

Ces observations témoignent du lien étroit qui existe entre les techniques de recirculation de l'eau, le prix de l'eau et le traitement des eaux usées. En général, plus le prix de l'alimentation en eau est élevé et plus les normes ou droits applicables aux effluents sont rigoureux, plus la propension à recycler l'eau sera grande. Le tableau 12 et le texte correspondant montrent que le coût de l'eau pour l'industrie privée ne constitue qu'une infime partie du total des coûts de production. Cela devrait avoir pour conséquence que la recirculation de l'eau demeure inchangée ou même diminue avec le temps, ce qui ne cadre pas du tout avec les tendances observées aux États-Unis. La prévision est confirmée au tableau 14, selon lequel les taux d'utilisation sont effectivement demeurés inchangés ou ont diminué de 1972 à 1981. Seul le taux d'utilisation du secteur de la production d'énergie thermique a augmenté, et c'est parce qu'une nouvelle centrale a été mise en service dans la région semi-aride de l'Ouest.

Tableau 14. Taux d'utilisation industriels au Canada, par année choisie

Secteur	1972[1]	1976[1]	1981[2]
Extraction de minéraux	5,94	3,59	5,31
Fabrication	2,34	2,31	2,10
Production d'énergie thermique	1,00	1,00	1,10

[1]Tate (1984, p. 89).
[2]Pour 1981, voir le tableau 11.

Le recyclage de l'eau peut permettre une très importante réduction de l'utilisation industrielle de l'eau. Le tableau 15, qui constitue une comparaison des taux de recirculation possibles en principe avec les taux relevés au Canada, illustre la réduction d'utilisation possible. En théorie, le prélèvement d'eau peut être réduit de 87 % dans cinq des groupes d'industries choisis, grâce à la réalisation de la recirculation maximale. De plus, Culp et ses collaborateurs (dans Postel, 1985, p. 29) ont montré que le taux d'utilisation global

Tableau 15. Répercussions de la recirculation maximale de l'eau sur les prélèvements d'industries choisies, 1981

Industrie	Réduction des prélèvements possible grâce à la recirculation (%)	Prélèvement relevé au Canada en 1981[2] (millions de m^3)	Prélèvements possibles grâce à une recirculation maximale (millions de m^3)
Substances chimiques inorganiques	90,1	1377	136
Conserveries de viande	77,3	36	8
Ciment hydraulique	78,3	20	4
Raffinage du pétrole	81,0	563	107
Raffinage du sucre de betterave	44,1	21	12
Total des industries choisies		2017	267

Sources: [1]Kollar et MacAuley (1980).
[2] Environnement Canada (1986a).

du secteur de la fabrication peut atteindre, dans les conditions projetées, 17,08. Postel (1985, p. 29) a déclaré ce qui suit:

Il est probable que les taux prévus pour 1985 soient trop élevés puisque le respect des exigences de dépollution a diminué. Cependant, les taux de recyclage des industries primaires des métaux et des industries du papier atteindront

vraisemblablement 12 d'ici l'an 2000 alors que ceux des industries chimiques atteindront 28 et ceux des industries pétrolières, plus de 30.

Si l'on appliquait le taux d'utilisation global du secteur de la fabrication, le prélèvement d'eau prévu de 58 900 millions de m^3 (Tate, 1985, p. 44) serait ramené à 3448 millions de m^3, ce qui représente une diminution considérable, même par rapport au prélèvement de 1981 (10 201 millions de m^3).

Toutefois, il y a lieu de souligner que les taux de recirculation très élevés qui figurent au tableau ci-dessus ne sont que des possibilités théoriques, et non des prévisions. Comme l'a indiqué Bower, l'industrie ne s'intéressera à la conservation de l'eau que si cela lui est profitable.

La demande peut être réduite non seulement par la création d'installations de recirculation de l'eau, mais encore par la modification des procédés de production mêmes. Par exemple, le passage du four sur sole à des méthodes fondamentales à l'oxygène pour fabriquer de l'acier permet de réduire l'utilisation de l'eau de 42 % pour ce qui est du procédé de transformation même et d'environ 10 % pour produire une tonne d'acier à partir de matières premières (Tate, 1971). De plus, les grandes tendances de la technologie industrielle font baisser la demande d'eau (Tate, 1984, 1986).

Techniques socio-politiques

Un vaste éventail de techniques socio-politiques de gestion de la demande d'eau peuvent être appliquées au secteur industriel. Ces techniques, énumérées au tableau 16, se répartissent entre trois grandes catégories: information et diffusion de la technologie, soutien de l'industrie, et réglementation (Brooks et Peters, 1988). Il arrive souvent que la prise de conscience des techniques nouvelles soit le facteur déterminant de leur adoption. La prestation directe d'une aide financière par le secteur public peut favoriser cette prise de conscience. En contrepartie de cette aide, on peut demander à la société qui la reçoit que l'on contrôle de près l'application de la technologie et diffuse largement ses résultats dans l'industrie privée, y compris à des concurrents. En outre, les programmes de soutien de l'industrie peuvent faire augmenter l'acceptabilité des techniques environnementales dans le monde industriel. Par exemple, les bourses des déchets peuvent aider les industries à trouver des marchés sur lesquels écouler leurs déchets et leurs produits de récupération. Le tableau 16 indique d'autres mesures de ce genre. En dernier lieu, la réglementation directe est la façon classique par laquelle le secteur public s'attaque aux problèmes environnementaux que pose l'industrie privée. Cependant, la réglementation sera probablement plus efficace aux fins du contrôle de la qualité de l'eau qu'à celle de l'adoption de mesures de gestion de la demande d'eau.

Tableau 16. Moyens socio-politiques d'encourager la gestion de la demande d'eau industrielle

A. Information et diffusion de la technologie

1. Programmes de démonstration
2. Profils de cas
3. Programmes de sensibilisation à la technologie
4. Programmes d'information ciblés
5. Programmes de vérifications environnementales
6. Formation sur les lieux
7. Formation en établissement
8. Programmes de comptabilité environnementale

B. Soutien de l'indutrie

1. Bourses et courtage des déchets
2. Expansion des industries de vérification environnementale, de consultation et des services
3. Registre/base de données sur les techniques de gestion de la demande et de dépollution des procédés
4. Programme des garanties de la technologie environnementale
5. Centres de haut savoir technique et commercial
6. Programme des prix de l'environnement décernés à des sociétés

C. Réglementation

1. Objectifs environnementaux
2. Comptabilité environnementale
3. Fonds de défense de l'environnement
4. Permis de prélèvement et de déversement
5. Code d'approvisionnement et de soutien des programmes gouvernementaux

Source: Brooks et Peters (1988).

PROBLÈMES DE GESTION DE LA DEMANDE DANS LES INDUSTRIES

Bien que les concepts de gestion de la demande permettent de cerner les problèmes que pose l'utilisation industrielle de l'eau et d'envisager certaines solutions possibles, ils ne permettent pas de régler tous les problèmes. Même si un système efficace de gestion de la demande était mis en oeuvre, il resterait encore d'importants problèmes à régler.

Les substances toxiques posent à ce sujet un des plus graves problèmes. En répondant aux besoins de la société, l'industrie privée a engendré de graves problèmes environnementaux par la production et l'évacuation de déchets toxiques (voir Muir et Sudar, 1987, pour un examen détaillé de ces problèmes). L'application des concepts de gestion de la demande au domaine de la gestion des déchets est fondée sur l'idée que l'environnement peut assimiler certaines quantités de déchets et que, à condition que cette quantité ne soit pas dépassée, le déversement de déchets dans l'eau est une utilisation légitime de celle-ci. Ce qui pose les problèmes, c'est le dépassement de la capacité d'assimilation. En pareil cas, les instruments de gestion de la demande peuvent être employés pour partager cette capacité entre les utilisateurs. Toutefois, la gestion de la demande n'est guère efficace pour ce qui est d'enrayer les déversements de déchets toxiques. Il doit être carrément interdit de déverser des substances toxiques dans les eaux réceptrices. À cet effet, la réglementation serait probablement la solution la plus efficace.

La gestion de la demande pose elle-même des problèmes parce qu'elle fait augmenter le coût de production industriel. Cela peut influencer l'emploi et la compétitivité sur les marchés internationaux. Cependant, ces problèmes seraient tout aussi graves si l'on recourait uniquement à la réglementation. En fait, il se peut que la gestion de la demande finisse par être le moyen le moins coûteux de réduire les déchets, parce que le régime d'encouragement décentralisé qui y est associé mettra les sociétés dans la meilleure position possible de choisir des moyens de dépollution efficaces.

CONSÉQUENCES DE LA GESTION DE LA DEMANDE D'EAU DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL

L'augmentation du recyclage de l'eau présenterait plusieurs avantages. L'industrie utilise actuellement une quantité d'eau supérieure aux besoins théoriques, comme en témoigne le tableau 15. Cela permet de conclure que les volumes des déversements sont plus importants qu'il n'est nécessaire. La demande imposée par l'industrie tant aux services d'eau municipaux et aux ressources ambiantes en eau diminuerait considérablement si le recyclage augmentait. Bien qu'il ne soit probablement pas possible de réaliser intégralement les réductions théoriques, même une amélioration modérée donnerait lieu à des réductions appréciables de la pression exercée sur les ressources en eau du Canada, à de considérables économies de coûts d'énergie et à une augmentation de la récupération des sous-produits.

Les études les mieux appuyées sur la valeur des pratiques et procédés permettant d'économiser l'eau ont été réalisées aux États-Unis, et particulièrement au Massachussetts. Les exemples qui suivent (Special Legislative Commission on Water Supply, Commonwealth of Massachussetts, 1983, dans Brooks et Peters, 1988) indiquent le potentiel de leur emploi dans des établissements commerciaux et industriels.

– L'usine Polaroid de Waltham, Massachussetts, a lancé en 1980 un programme d'économie d'eau à plusieurs volets: sensibilisation du personnel, représentation graphique de la tuyauterie, mesure de l'utilisation, modifications d'installations, réduction de la pression, conversions de becs pulvérisateurs, minuteries, arrêts automatiques, changements de procédés, recyclage des eaux de refroidissement. L'utilisation de l'eau a été réduite d'environ 50 %, passant de 527 à 278 millions de gallons par année. Les économies comprennent 3 113 740 $ par année en coûts de services d'eau et d'égout, 1,8 million de dollars en immobilisations, grâce à la réduction de la taille de l'installation de traitement, 50 000 $ par année sur les dépenses de prétraitement et 195 000 $ par année sur les coûts d'énergie. Le coût ponctuel du programme a été de 550 000 $. Le total des économies annuelles, qui ne comprend pas les 1,8 million de dollars économisés ponctuellement sur les immobilisations, est de 545 000 $.

– La Compagnie Gillette a entrepris en 1973, à son usine de South Boston, Massachussetts, un programme d'économie d'eau qu'elle a appliqué depuis à toutes ses usines de par le monde. La division des rasoirs de sûreté de South Boston a réduit de 70 % son utilisation d'eau, économie qui correspond à l'eau nécessaire pour alimenter 10 000 habitations. Elle a installé des tours de refroidissement pour les machines à mouler les plastiques, elle recycle les eaux de refroidissement et réutilise les eaux de rinçage. L'utilisation d'eau totale a été ramenée de 730 à 156 millions de gallons par année. Les 1,025 million de dollars investis dans le programme permettent de réaliser des économies annuelles de 771 000 $ sur les redevances d'eau et de déversement à l'égout.

– Depuis 1970, l'usine d'aliments congelés de Howard Johnson, à Brockton, Massachussetts, a ramené son utilisation d'eau de 63,8 à 7,4 millions de gallons par année. La compagnie a instauré un programme de détection et de réparation des fuites, est passée à une semaine de travail de quatre jours et de 40 heures, a installé un nouveau condenseur de ruissellement pour refroidir un compresseur de réfrigération à l'ammoniaque, a installé un dispositif de

recirculation de l'eau à compresseur, a commencé à recycler l'eau réfrigérée utilisée pour la production et la climatisation, et a instauré des contrôles plus rigoureux du temps de fonctionnement des équipements. L'investissement de 30 000 $ permet de réaliser des économies annuelles de 93 100 $.

– Une usine de semiconducteurs Digital de Hudson, Massachussetts, a institué en 1982 une politique d'économie d'eau. Le réseau de drainage de la section de rinçage des produits a été modifié pour permettre la réutilisation de l'eau. Des dispositifs de mesure de la conductivité actionnent des vannes qui n'enverront que l'eau de qualité inférieure vers le système d'épuration des eaux usées de l'usine. Grâce à un investissement de 20 000 $, on réalise des économies annuelles de 341 000 $ qui se répartissent ainsi: 22 750 $ sur les redevances d'eau, économie portée à 91 000 $ par les majorations tarifaires de 1984; 22 750 $ sur les redevances de déversement à l'égout; 61 000 $ sur les frais d'énergie associés au pompage et au chauffage de l'eau; et 97 142 $ sur les frais de traitement chimique sur place.

– L'usine d'équipement électronique Augat d'Attleboro, Massachussetts, a installé des régulateurs de débit et des vannes de contrôle de température, modifié les procédés par voie humide, et installé un refroidisseur à récupération de chaleur fait sur mesure afin de supprimer le besoin d'eau de refroidissement d'un appareil de distillation servant à la récupération des solvants. Le coût total des modifications s'est élevé à 28 000 $. L'utilisation d'eau est tombée de 16, 5 à 2,6 millions de gallons par année, et l'installation d'épuration des eaux usées ne fonctionne plus qu'un jour ouvrable sur trois. Les économies totales atteignent 36 000 $ par an.

Gestion de la demande d'eau agricole

FAITS DE BASE

Le prélèvement total d'eau aux fins de l'agriculture a été de 3125 millions de m^3 en 1981 (tableau 17). Contrairement aux données présentées au sujet des utilisations industrielle et municipale de l'eau dans les deux chapitres précédents, qui découlent de relevés circonstanciés, les données concernant l'utilisation agricole de l'eau sont des estimations fondées sur les superficies irriguées et les recensements du bétail. Les données sur la région des provinces des Prairies, où a lieu la majeure partie de l'utilisation agricole de l'eau, sont quelque peu plus exactes que les autres car elles sont issues de calculs détaillés réalisés par la Commission des eaux des provinces des Prairies en 1978 (1982, annexe 3), mais elles ne constituent, elles aussi, que des estimations. Qui plus est, l'utilisation agricole de l'eau, particulièrement aux fins de l'irrigation, dépend beaucoup des conditions climatiques et, partant, peut varier énormément selon l'année.

L'utilisation de l'eau dans le secteur agricole sert à deux principales fins: l'irrigation et l'abreuvement du bétail. L'irrigation domine l'utilisation, intervenant pour 88 % (2765 millions de m^3) du prélèvement d'eau en 1981. Elle se déroule principalement en Alberta et en Saskatchewan, provinces qui en dépendent pour compenser les pénuries d'eau de leur territoire semi-aride. Par ailleurs, ce sont ces provinces qui utilisent le plus d'eau pour abreuver le bétail, bien que l'abreuvement se répartisse de façon beaucoup plus égale que l'irrigation dans l'ensemble du Canada. L'irrigation consomme 78 % de l'eau prélevée, ce qui en fait l'utilisation à laquelle la plus forte consommation est associée. De plus, nous jugeons consommée la totalité de l'eau utilisée aux fins de l'abreuvement du bétail (360 millions de m^3).

TECHNIQUES AGRICOLES DE GESTION DE LA DEMANDE D'EAU

Comme dans les autres secteurs, il y a bien des moyens de gérer la demande d'eau en agriculture. La plupart des techniques de gestion sousmentionnées ne s'appliquent qu'à l'irrigation, parce que très peu de recherches ont été réalisées sur l'abreuvement du bétail.

Techniques économiques

Méthodes classiques de tarification de l'utilisation de l'eau

En général, ceux qui pratiquent l'irrigation doivent payer des redevances de beaucoup inférieures à ce que coûte le fait d'amener l'eau jusqu'aux terres. En Alberta, l'aménagement en fonction de l'irrigation est subventionné à environ 85 % par le gouvernement provincial. Outre le fait qu'elles sont artificiellement maintenues faibles, les redevances d'eau versées par ceux qui pratiquent l'irrigation sont fondées sur la superficie irriguée plutôt que sur le volume d'eau utilisé. Il s'ensuit que la gestion de la demande d'eau n'est guère encouragée. Différentes études (p. ex., Acres International, 1984) ont révélé que l'efficacité de l'utilisation de l'eau aux fins de l'irrigation (soit la quantité d'eau atteignant les cultures divisée par la quantité totale d'eau fournie) n'est que d'à peu près 35 %.

Tableau 17. Caractéristiques de l'utilisation agricole de l'eau en 1981 (millions de m^3)

Région	Prélèvement	Recirculation	Utilisation brute	Consommation	Déversement
Colombie-Britannique	545	0	545	304	241
Provinces des Prairies	2 338	0	2 338	1 892	446
Ontario	148	0	148	123	25
Québec	82	0	82	81	1
Provinces de l'Atlantique	12	0	12	12	0
Total	3 125	0	3 125	2 412	713

Source: Tate (1985).

Méthodes actuelles de tarification de l'utilisation de l'eau

Il n'y a qu'en Colombie-Britannique, en Alberta, en Saskatchewan et dans les deux territoires qu'est administré un système de redevances pour fins d'utilisation agricole de l'eau. Cependant, une certaine prudence est de rigueur dans l'interprétation de ces redevances.

En Colombie-Britannique, le gouvernement provincial impose des redevances aux utilisateurs privés et aux administrations locales dans le cas de prélèvements d'eau brute aux fins de l'irrigation ou de l'abreuvement du bétail. À son tour, le centre local de distribution d'eau peut recouvrir les coûts de traitement et de distribution auprès des exploitants agricoles et des utilisateurs de la région.

En Saskatchewan et en Alberta, il n'en coûte rien d'utiliser l'eau brute à des fins agricoles. Cependant, une redevance peut s'appliquer s'il y a des dépenses d'emmagasinement, d'adduction et d'administration entraînées par l'acheminement de l'eau brute aux utilisateurs finaux. Autrement dit, un organisme gouvernemental ou une administration locale peut imposer des redevances en fonction des coûts d'approvisionnement en eau, sans pour autant faire payer l'eau utilisée.

Les redevances annuelles pour l'utilisation agricole varient beaucoup d'une province à l'autre. Les coûts de service reviennent à environ 5 $ par an le décamètre cube pour l'irrigation privée en Saskatchewan; ils sont d'environ 80 $ par an pour l'abreuvement du bétail (Environnement Canada, 1987b). En Colombie-Britannique et en Alberta, les redevances d'irrigation sont fondées sur le nombre d'hectares irrigués. En Alberta, elles varient de zéro à 44,46 $ par hectare. En Colombie-Britannique, elles varient de 39 $ à 407 $ par hectare. L'Alberta n'impose pas de redevance sur l'abreuvement du bétail, et en Colombie-Britannique, celui-ci est assujetti à une redevance annuelle de 20,00 $ par hectare.

Méthodes de tarification de l'utilisation de l'eau en vue de la réduction de l'utilisation

Les mesures économiques de gestion de la demande d'eau sont axées sur la tarification réaliste, comme dans le cas des autres secteurs. En premier lieu, selon Robinson et Anderson (1985), le simple fait de mesurer l'utilisation au compteur ferait baisser la demande de 10 % à 20 %. On n'est pas sûr de l'effet qu'aurait la tarification à l'utilisation, mais la plupart des études indiquent que la courbe de la demande d'eau pour fin d'irrigation est «nouée», dont une portion est très descendante et beaucoup plus prononcée (c'est-à-dire inélastique) lorsque le prix de l'eau est élevé; par contre, si le prix de l'eau est plus bas, la portion de la courbe est beaucoup moins profonde (c'est-à-dire élastique) (Craddock, 1971; Andersen et Keith, 1981). Selon Craddock, le noeud se produit à 12 $ par acre-pied (9,75 $/dam^3) (1971 $). Étant donné que les prix de l'eau d'irrigation sont généralement inférieurs à ce niveau, une augmentation modérée des prix peut entraîner une réduction assez importante de l'eau utilisée pour l'irrigation. Cela se traduit par le fait que l'irrigation de cultures de peu de valeur à profit marginal ne serait plus faisable si une majoration des tarifs, même relativement faible, était imposée. Pour résumer leurs conclusions au sujet des effets de la majoration des prix de l'eau sur l'irrigation, Robinson et Anderson (1985) ont déclaré ce qui suit:

> *Si les marchés de cultures de valeur plus élevée sont suffisants . . . il se peut que la majoration des tarifs ne permette pas de véritable économie d'eau. Tout dépendrait des besoins en prélèvements qui sont associés à la nouvelle composition des cultures par rapport à l'ancienne. À tout le moins, il y aurait un avantage économique net pour la société, car les subventions implicites diminueraient, et les profits nets des agriculteurs pratiquant l'irrigation grimperaient.*

Par ailleurs, on pourrait tirer des recettes de l'imposition d'une taxe sur l'engrais, et aussi sur les pesticides. Les fonds ainsi obtenus pourraient être réservés à l'amélioration de la qualité de l'eau en aval ou à aider à la réalisation de programmes destinés à faire augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau ou à l'achat d'équipement permettant d'économiser l'eau.

Techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation

Il y a un vaste éventail de techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation qui peuvent être employées pour gérer la demande d'eau d'irrigation. Voici quelques-unes des plus importantes:

- border les canaux d'irrigation,
- employer des dispositifs roulants et à pivot, et des méthodes d'irrigation au goutte à goutte dans le cas de cultures spéciales, et
- améliorer les calendriers d'arrosage.

Des études réalisées par la Nebraska Natural Resources Commission (1985) ainsi que Howe et coll. (1970) indiquent passablement bien les économies qui peuvent être réalisées grâce aux méthodes d'irrigation permettant d'éviter le gaspillage. Robinson et Anderson (1985) présentent des renseignements semblables

dans une optique canadienne. Les économies d'eau pouvant découler des différentes améliorations possibles sont variables et dépendent beaucoup des conditions locales. Robinson et Anderson (1985, p. 62) ont jugé que les ressources en eau servant à l'irrigation pourraient permettre d'irriguer deux fois la superficie actuelle (tableau 18).

Tableau 18. Améliorations pouvant être apportées à l'efficacité des utilisations de l'eau pour l'irrigation

Objet d'amélioration	Augmentation de productivité possible
Pratiques de culture en terrain sec	15 % x 40 000 ha
Dispositifs d'alimentation en eau	
À l'extérieur de la ferme	25 % x 500 000 ha
À l'intérieur de la ferme	25 % x 500 000 ha
Calendriers d'arrosage	25 % x 500 000 ha
Tarification de l'utilisation d'eau	Inconnue
Mesure au compteur	15 % x 500 000 ha

Toutefois, ils expriment la mise en garde suivante:

Il est peu probable que l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau en agriculture libère de l'eau pouvant être consacrée à d'autres fins. En fait, c'est l'inverse auquel il faut s'attendre: les utilisateurs d'aval disposeraient de moins d'eau. Il en serait ainsi parce que l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation donnerait lieu à une réduction de l'écoulement restitué.

En somme, les avantages socio-économiques de l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation agricole de l'eau sont principalement sectoriels. De plus, les augmentations d'efficacité réalisées par ceux qui pratiquent déjà l'irrigation pourraient modérer l'augmentation de la demande d'eau pour fin d'irrigation parce que les ressources déjà exploitées serviraient à irriguer davantage de terres (ou à irriguer plus intensivement les mêmes terres).

Les observations présentées ci-dessus indiquent qu'il y a bien des moyens relatifs aux structures et aux modes d'utilisation qu'on pourrait prendre pour appliquer la gestion de la demande d'eau dans le secteur agricole. La non-utilisation actuelle de méthodes de conservation de l'eau est attribuable à la faible valeur accordée à l'eau et, dans le cas de l'agriculture, à des politiques publiques bien arrêtées. La plupart des spécialistes (p. ex., Howe et coll., 1970; Robinson et Anderson, 1985; Brooks et Peters, 1988) jugent qu'il est peu probable que d'importants progrès soient réalisés en vue de la conservation de l'eau sans que les tarifs d'utilisation de l'eau soient considérablement majorés.

La plupart des améliorations de l'efficacité de l'utilisation de l'eau en agriculture ont été l'initiative directe des gouvernements provinciaux (et dans une certaine mesure de l'Administration fédérale du rétablissement agricole des Prairies—ARAP). Des techniques de gestion de la demande ont été utilisées dans le but d'augmenter l'efficacité par la participation financière du gouvernement à l'amélioration des ouvrages et de l'efficacité de l'utilisation agricole de l'eau. Le prix ou la tarification n'a pas été un facteur déterminant dans l'amélioration de l'efficacité. Parmi les exemples de participation du gouvernement dans ce domaine, mentionnons deux programmes dans le sud de l'Alberta: le programme du ministère de l'Environnement de l'Alberta sur le rétablissement des ouvrages de dérivation et le programme du ministère de l'Agriculture de l'Alberta sur la réfection des dispositifs d'alimentation en eau; il y a aussi l'établissement, par le ministère des Ressources hydriques de la Saskatchewan, d'un réseau de conduites d'eau d'irrigation, pour le projet du lac Luck, en vue d'améliorer l'efficacité de l'alimentation en eau (Entente Canada-Saskatchewan sur l'exécution d'ouvrages d'irrigation en vertu des Ententes de développement économique et régional—EDER); et enfin le programme de l'ARAP relatif au développement de l'infrastructure d'irrigation dans le sud-ouest de la Saskatchewan, qui découle aussi de l'entente. Ces programmes auront (et ont eu) des répercussions majeures sur l'amélioration de la gestion des utilisations de l'eau pour l'irrigation.

Techniques socio-politiques

Dans des sections antérieures de la présente monographie, nous avons montré que la tarification de l'eau peut contribuer sensiblement à la gestion de la demande d'eau. En fait, c'est notamment parce qu'on n'a pas bien tenu compte de la tarification que la gestion de la demande d'eau a peu progressé au Canada. L'évolution de l'agriculture par irrigation illustre un autre aspect fondamental intéressant de la politique canadienne sur les ressources: d'importantes utilisations de l'eau peuvent être entreprises et subir une forte expansion même si elles semblent consommer des ressources rares qu'il vaudrait mieux, du point de vue strictement économique, affecter à d'autres fins. Ainsi, l'irrigation est-elle un bon exemple des aspects de la politique publique dont il faut tenir compte pour instaurer la gestion de la demande d'eau en tant qu'importante stratégie de gestion de l'eau. Avant d'indiquer quelques

techniques socio-politiques de gestion de la demande en agriculture, permettez-nous de traiter brièvement de l'expansion de l'irrigation en vertu de la politique publique. Cela élargira notre optique.

Historique de la politique publique sur l'irrigation

Le sud de la région des provinces des Prairies reçoit des précipitations annuelles inférieures à 380 mm. La majeure partie des écoulements d'eau de cette région tiennent à la crue printanière de cours d'eau qui naissent dans les montagnes Rocheuses. Au cours de l'histoire du Canada, on n'a pas tardé à reconnaître que l'agriculture et le développement économique seraient difficiles dans cette région. Au cours de l'effort d'unification du Canada, les gouvernements ont dû, outre les autres difficultés, faire face au fait que le commerce avait une tendance géographique naturelle à se dérouler du nord au sud, ce qui prédisposait la région à former une extension septentrionale de l'Ouest des États-Unis, qui s'était développé antérieurement.

Les premiers gouvernements fédéraux du Canada ont réussi à contrer l'influence de la géographie physique en engageant et en épaulant l'établissement du Canadien Pacifique. Les arrangements pris avec cette société ferroviaire privée prévoyaient la cession de grands terrains à la compagnie, qui en a profité pour commanditer le peuplement de la région. Conscients de la nécessité d'établir des collectivités fortes et un fort peuplement agricole dans la vaste région en question, les organismes publics et privés ont considéré l'alimentation en eau comme une des principales priorités. D'abord le gouvernement fédéral, et ensuite les gouvernements provinciaux, et notamment celui de l'Alberta, ont créé de vastes districts d'irrigation comprenant des barrages destinés à retenir la plus grande partie possible des eaux de crue printanière, des canaux de distribution et une infrastructure connexe.

Aujourd'hui, l'agriculture par irrigation est une importante activité économique. Les cultures comprennent celles des céréales, qui se déroulent également sur des terres non irriguées, et celles des produits spéciaux, destinés aux marchés urbains. L'irrigation a deux principaux avantages: la protection contre les caprices du climat, et une augmentation considérable de la productivité. Ainsi, l'irrigation est-elle devenue un important élément de l'économie régionale, profitant d'un concours de circonstances politiques et économiques. L'actualité de la politique qui a favorisé son expansion est illustrée par la place centrale qu'on lui a réservé sur la plate-forme électorale du gouvernement provincial de la Saskatchewan («Water on the Brain», Saskatoon Star Phoenix, juin 1986).

Ce bref historique de l'irrigation dans l'Ouest du Canada témoigne de la grande influence que des politiques publiques n'ayant rien à voir avec les ressources en eau peuvent avoir sur la gestion de l'eau. Des subventions publiques dépassant souvent 90 % des frais d'aménagement ont créé une industrie fondée sur l'utilisation de grands volumes d'eau dans une région semi-aride. Ce fait est d'une importance cruciale du point de vue de la gestion de l'eau de cette région, et particulièrement la gestion de la demande, car il détermine les options de règlement des problèmes que posent la forte consommation d'eau et la concurrence entre de nombreux types d'utilisateurs à l'égard des ressources existantes.

Techniques socio-politiques actuelles

L'éducation du public est probablement la façon la plus efficace de favoriser l'établissement de programmes de gestion de la demande dans le secteur agricole. Il s'agit de sensibiliser les agriculteurs aux différents systèmes d'irrigation permettant une utilisation efficace de l'eau et aux cultures se prêtant le mieux à une utilisation d'eau réduite. On a mis au point un certain nombre de moyens d'améliorer les pratiques de gestion de l'utilisation de l'eau d'irrigation (voir, par exemple, Bureau international d'étude sur la dérivation de Garrison, 1975). Ces méthodes, que peuvent habituellement enseigner les services de vulgarisation agricole, sont destinées à permettre de déterminer le régime d'irrigation agricole optimal en fonction des conditions climatiques normales.

PROBLÈMES DE GESTION DE LA DEMANDE EN AGRICULTURE

Il y a différents obstacles à l'établissement de programmes efficaces de gestion de la demande d'eau. Ils comprennent des contraintes techniques, économiques et politiques. Des exemples de ces obstacles sont présentés ci-dessous. Bien entendu, ils n'illustrent pas tous les aspects des problèmes.

Sur le plan technique, une grande partie de l'infrastructure d'irrigation du Canada est obsolète. Dans bien des secteurs, on emploie encore des méthodes d'irrigation gravitaire et par submersion. L'inefficacité inhérente à ces méthodes ne peut être compensée que grâce à de considérables efforts de réadaptation. Dans bien des cas, les coûts que cela comporte sont élevés, dépassant de beaucoup les moyens de l'agriculteur moyen. De plus, il arrive souvent que l'absence de grands marchés s'ajoute à l'augmentation des coûts. Dans certains secteurs, on

abandonne des terres irriguées et l'on n'entreprend pas l'irrigation sur de nouvelles terres à cause de l'insuffisance des avantages économiques. C'est pourquoi la gestion de la demande sera difficile sans l'adoption de techniques nouvelles.

La mesure de l'utilisation pose un autre problème technique. Dans la plupart des cas, la quantité d'eau livrée aux champs n'est pas mesurée, et les prix sont fixés en fonction de la superficie irriguée. La gestion efficace de la demande est impossible si l'on n'établit pas un rapport entre le volume d'eau et les tarifs.

Sur le plan économique, les tarifs imposés à l'égard de l'eau d'irrigation au Canada ne permettent pas de rentrer dans les frais d'exploitation de l'eau. Par conséquent, ces tarifs sont loin de correspondre à la valeur des ressources consacrée à l'approvisionnement en eau d'irrigation. À défaut d'une importante réforme, l'irrigation demeurera l'une des utilisations les moins efficaces de l'eau.

Sur le plan socio-politique, il y a deux facteurs qui rendent difficile l'établissement de programmes viables de gestion de la demande d'eau agricole. Premièrement, dans des zones sèches, l'irrigation est souvent considérée comme une panacée devant les problèmes agricoles. On pourrait stabiliser les revenus si l'on pouvait seulement s'assurer de la disponibilité d'une source d'eau. Cette situation donne lieu à une inexorable expansion des zones irriguées, même au détriment d'autres utilisations possibles de l'eau. Deuxièmement, certains organismes publics, bon nombre desquels ont acquis des pouvoirs considérables, ont pris de l'expansion en s'attachant principalement à la mise en irrigation de nouveaux secteurs. Bien qu'ils soutiennent que les aménagements sont réalisés en réponse à des pressions exercées par le public, ces organismes militent en faveur de l'expansion de l'irrigation. Vu leurs pouvoirs, de tels organismes peuvent faire échouer bien des efforts de gestion de la demande d'eau.

CONSÉQUENCES DE LA GESTION DE LA DEMANDE D'EAU DANS LE SECTEUR AGRICOLE

L'augmentation des superficies irriguées de l'Ouest est probablement inévitable, compte tenu des objectifs gouvernementaux de développement régional. Les principes de la gestion de la demande d'eau n'entrent pas en contradiction avec cette augmentation, malgré les considérations que nous venons d'exprimer au sujet des pratiques actuelles et antérieures. En fait, pourvu qu'on l'interprète dûment, la gestion de la demande aidera à l'expansion prévue.

La gestion efficace de la demande permettra de faire durer les ressources d'eau existantes pour qu'elles puissent répondre à une augmentation de la demande. De plus, l'aménagement efficace de nouveaux secteurs aux fins de l'irrigation permettra d'utiliser les ressources dont on dispose au plus grand nombre de fins possible. On peut en conclure que l'application des principes de gestion de la demande à l'aménagement en vue de l'irrigation permettra de contrôler l'utilisation de l'eau pour satisfaire efficacement aux besoins et pour minimiser le gaspillage. Dans les zones semi-arides, cela permettra la réaffectation de l'excédent à d'autres utilisations de l'eau.

Gestion de la demande d'eau et utilisations sans prélèvement

Les utilisations de l'eau avec prélèvement sont distinctes sur le plan spatial, ce qui rend leurs caractéristiques relativement faciles à mesurer. Par contre, les utilisations sans prélèvement sont difficiles à mesurer à cause de l'absence d'unités de mesure conséquentes. Les utilisations sans prélèvement comprennent la navigation, les loisirs (p. ex., natation, motonautisme et pêche sportive), la production d'énergie hydro-électrique, la conservation aux fins de la faune et la pêche commerciale.

Ces utilisations consistent à profiter d'une ou de plusieurs des caractéristiques de l'eau telle qu'elle se présente à l'état naturel. Toutefois, bon nombre d'entre elles sont influencées par la modification réglementée des écoulements (p. ex., barrages) et par le déversement de produits résiduaires des utilisations avec prélèvement (p. ex., substances polluantes). C'est pourquoi la gestion de la demande, qui a tendance à favoriser l'économie d'eau et l'exploitation durable, est utile à bien des utilisations sans prélèvement. Ce chapitre a deux buts. Le premier est d'illustrer la valeur de l'eau à des fins d'utilisation sans prélèvement. Le second est de donner un exemple de mesure de la valeur d'un important type d'utilisation sans prélèvement, soit les loisirs, et des effets de la gestion de la demande d'eau sur ce type d'utilisation.

VALEUR DE L'EAU À DES FINS D'UTILISATION SANS PRÉLÈVEMENT

Bien que les tarifs d'utilisation de l'eau soient, en général, très bas, cela ne signifie pas que l'eau n'a aucune valeur. En fait, dans un nombre restreint de cas tels que celui d'une grave pénurie d'eau, l'eau a une très grande valeur. Même les eaux d'inondation ont de la

Tableau 19. Estimations choisies de la valeur économique de l'eau au Canada en 1981

	Consentement à payer net moyen ($ par milliers de m^3)		Consentement à payer total (millions de $)	
Utilisation	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Municipalités	100	2430	288	6968
Irrigation	0	36	0	109
Centrales thermiques	9	9	169	169
Industries				
Papier	87	87	251	251
Produits chimiques	76	76	217	217
Extraction des métaux	16	43	44	118
Pétrole	19	19	10	10
Aliments et boissons	124	124	53	53
Total partiel			575	649
Total des utilisations avec prélèvements			1 032	7 895
Hydro-électricité			4 226	6 553
Assimilation des déchets	1	4	645	2 272
Pêche sportive	20	74	1 677	6 309
Navigation par voie maritime			0	0
Pêche en eau douce			0	0
Total des utilisations sans prélèvement			6 548	15 134
Total global			7 580	23 029

Source: Basé sur Muller (1985, p. 92), avec révision mineure afin de corriger les erreurs arithmétiques.

valeur parce qu'elles renouvellent les éléments nutritifs du sol et en retirent des déchets.

Cependant, il n'est pas nécessaire d'examiner des cas extrêmes pour constater les valeurs considérables qui sont associées à l'eau, même si celles-ci se révèlent souvent difficiles à mesurer. Les économistes considèrent l'eau comme un facteur de production et, par conséquent, une partie de la fonction de production de l'entreprise. En théorie, l'analyse de cette fonction indique la valeur du facteur, soit de l'eau dans le cas qui nous intéresse, par rapport à la valeur de la production. Or, la gratuité de l'eau fait que pareille analyse donne invariablement lieu à une sous-estimation de la valeur de l'eau.

Par ailleurs, on peut évaluer l'eau en supposant que bien des entreprises productives, y compris les plus grandes, ne pourraient s'en passer et que, par conséquent, la totalité de la valeur de la production peut être associée à l'eau. Bien entendu, cette méthode n'est pas valable puisqu'elle ne tient compte ni des autres facteurs de production (p. ex., main-d'oeuvre et immobilisations), ni des possibilités de remplacement de l'eau afin de réduire la demande d'eau.

Wollman (1962) ainsi que Young et Gray (1972) ont lancé une théorie économique sur les valeurs de l'eau. Fondée sur des considérations micro-économiques et autres, cette théorie veut que la valeur de l'eau pour toute utilisation est la valeur de la meilleure solution de rechange à cette utilisation. Par exemple, la meilleure solution de rechange à l'augmentation des prélèvements d'un établissement industriel peut être l'installation d'un dispositif de recirculation. Par conséquent, la valeur de l'eau prélevée par cet établissement serait le coût du système de recirculation. Aux fins d'une étude des valeurs de l'eau dont les résultats ont été publiés dans l'Annuaire de l'eau du Canada, 1981-1982 (Environnement Canada, 1983), on a appliqué ce principe afin d'arriver à une valeur globale de l'eau, au Canada, qui se chiffrait entre 10 et 20 millions de dollars en 1981. Gibbons (1986) et Muller (1985) ont, eux aussi, présenté des études fondées sur ce principe. Muller (1985, p. 48), par exemple, a déclaré ce qui suit:

la valeur de l'eau aux fins d'une utilisation donnée est, selon nous, l'avantage que les utilisateurs tirent du fait de pouvoir utiliser les ressources fournies plutôt que la meilleure source de remplacement possible. En principe, la meilleure option de remplacement devrait être précisée dans le contexte d'un projet ou d'une politique précise qu'on analyse.

Muller a, de plus, estimé la valeur de l'eau pour différents secteurs économiques (tableau 19), exprimant l'observation suivante au sujet de ses estimations:

Les estimations qui suivent ont pour lacune de ne pas être fondées sur une analyse propre à un projet particulier. En général, notre analyse porte sur le retrait intégral de l'eau de son utilisation actuelle. (Muller, 1985, p. 48.)

Le tableau 19 prouve que les utilisations sans prélèvement ont une valeur économique considérable. Pourtant, les institutions ne sont pas en mesure de mettre de tels renseignements à profit en réaffectant les ressources disponibles aux utilisateurs pour lesquels l'eau présente la plus grande valeur. Des principes juridiques tels que les droits des riverains et l'appropriation antérieure priment les considérations économiques dans le cadre de la gestion actuelle de l'eau, ce qui rend inefficace le partage des eaux entre les utilisateurs et empêche les Canadiens (qui sont les propriétaires des ressources en eau) de tirer le meilleur parti social possible de ces ressources.

UTILISATION RÉCRÉATIVE DE L'EAU

Plusieurs activités récréatives dépendent totalement ou partiellement de l'eau. Les deux caractéristiques de l'eau qui sont les plus importantes à des fins récréatives sont la qualité de l'eau et la stabilité des écoulements. Ces caractéristiques peuvent influencer les loisirs directement, comme dans le cas des sports de contact (p. ex., si la qualité est faible), ou indirectement, par voie des répercussions sur les poissons ou la disponibilité de la faune (p. ex., si les écoulements sont faibles ou la qualité est basse).

Étant donné que les différentes utilisations récréatives de l'eau présentent des exigences variées, il en résulte une relation bien complexe. En fait, ces exigences peuvent entrer en conflit dans certaines conditions. Par exemple, l'augmentation des substances nutritives dans l'eau peut favoriser la pêche sportive mais présente certains problèmes pour les sports de contact. Par exemple, la concentration élevée de substances nutritives au lac Diefenbaker est favorable à la pêche sportive mais défavorable à la natation (R.D. Bjonback, 1989, Direction de la planification et de la gestion des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Regina, Saskatchewan, comm. pers.).

Mesure de l'utilisation récréative de l'eau

Les activités récréatives de millions de Canadiens sont axées sur l'utilisation de cours d'eau à des fins telles que le motonautisme, la natation, la pêche et l'observation de la nature. Puisqu'on ne peut pas mesurer directement la valeur de l'eau pour ces utilisations, on doit employer des indices tels que les jours de pêche, les achats de matériel de motonautisme ou de camping, la superficie des plages, et même la distance afin de quantifier l'utilisation récréative de l'eau. Le tableau 20 indique quelques-unes des mesures employées.

Ce tableau illustre deux principaux points. Premièrement, il n'est pas possible d'appliquer des mesures communes aux utilisations récréatives de l'eau. C'est peut-être à cela qu'on peut attribuer une partie du manque de compréhension et de l'abus passés des utilisations récréatives des ressources en eau. Deuxièmement, les loisirs sont une utilisation de l'eau qui a énormément de valeur, puisque bien des Canadiens profitent des possibilités récréatives que présentent les ressources en eau de leur pays (Environnement Canada, 1975, pp. 157–159). Muller (voir le tableau 19) accorde une valeur annuelle de 1,6 à 6,3 milliards de dollars à la seule pêche sportive.

Gestion de la demande d'eau dans le contexte des loisirs

Il arrive souvent que les utilisations avec prélèvement influencent la quantité et la qualité de l'eau servant aux loisirs. D'autre part, les loisirs n'influent d'ordinaire que peu sur les utilisations de l'eau avec prélèvement. C'est pourquoi la gestion de la demande d'eau à des fins récréatives devrait être examinée dans l'optique des effets, c'est-à-dire qu'il s'agirait non pas d'étudier des techniques de la gestion de la demande récréative, mais les façons dont les répercussions de la gestion de la demande dans d'autres secteurs peuvent influencer l'utilisation récréative de l'eau.

Il s'ensuit que le point principal du présent chapitre peut être exprimé de manière passablement succincte: si la gestion de la demande peut réduire considérablement la demande d'eau des secteurs d'utilisation avec prélèvement ou, ce qui importe encore davantage, faire baisser les teneurs en polluants des eaux grâce à l'adoption de nouvelles politiques telles que celle de la tarification rationnelle de l'utilisation, cela fera augmenter les possibilités récréatives. De plus, il découle des principes de gestion de la demande dont nous avons traité dans le présent document que le secteur récréatif devrait assumer le plein coût de la prestation des possibilités d'utilisation récréative de l'eau.

Tableau 20. Mesures choisies de l'utilisation récréative de l'eau

Utilisation	Année	Mesure	Total
Pêche sportive	1980	Jours d'utilisation	85,3 millions[1]
Natation	1973	Nombre de parcs provinciaux	3662
	1969	% de la population qui participe	442
Canotage	1972	% de la population qui participe	102
Chasse	1971	Nombre de permis de chasse	405 600[2]
Motonautisme	1980	Nombre de ménages	1,2 million[1]

[1]Muller (1985, p. 81).
[2]Environnement Canada (1975, pp. 157–159).

Expériences de gestion de la demande d'eau vécues à l'étranger

Des techniques de gestion de la demande d'eau de différents types ont été employées dans bien des pays avec différents degrés de succès. Dans le présent chapitre, nous examinerons des expériences choisies de gestion de la demande qui ont été vécues à l'étranger dans les secteurs municipal, industriel et agricole. Notre examen ne porte que sur les pays développés et est fondé sur des rapports de l'OCDE (1987a, 1987b). Bien que des recherches internationales, et particulièrement celles qui ont été réalisées aux États-Unis, aient été mentionnées dans les chapitres antérieurs, le présent chapitre traite de façon plus approfondie des expériences vécues dans d'autres pays.

Les conclusions globales tirées par l'OCDE étayent la position présentée dans le présent document, selon laquelle la tarification efficace serait profitable à la gestion de l'eau. Par exemple, l'OCDE (1987b, p. 16) a déclaré que:

les autorités de gestion de l'eau ... devraient songer à employer à l'égard de toutes les utilisations de l'eau des mécanismes de tarification assurant une efficacité économique et destinés à permettre le recouvrement des coûts marginaux, dans le cadre de la méthode globale de gestion de l'eau.

Le recours à ces mécanismes ... devrait faire augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources en eau.

... à défaut de la mesure au compteur (des utilisations ménagères, industrielles et agricoles), on ne pourrait employer qu'un tarif forfaitaire, qui découragerait l'utilisation efficace de l'eau.

SECTEUR MUNICIPAL

Des études internationales ont indiqué que l'utilisation de l'eau par habitant varie grandement (tableau 2). Une forte proportion de la variation tient aux différences d'utilisation ménagère de l'eau par habitant, celle-ci étant d'environ 140 litres par jour dans le nord de l'Europe et de plus de 250 litres par jour en Amérique du Nord et en Australie. On a prétendu que les principales variables auxquelles cela tient étaient les conditions climatiques et le niveau de vie. Comme nous l'avons indiqué au chapitre 4, la tarification des services d'eau a, elle aussi, une influence mesurable sur l'utilisation de l'eau par habitant.

Les barèmes de tarification de l'eau témoignent des mêmes grands écarts dans tous les autres pays développés qu'au Canada. Les études internationales recueillies par l'OCDE (1987b) montrent que, dans plusieurs pays (p. ex., le Royaume-Uni et l'Australie) le tarif forfaitaire est prédominant et pose les mêmes problèmes qu'au Canada. Les tarifs dégressifs par bloc sont aussi d'usage courant. L'OCDE s'y oppose pour des raisons d'efficacité économique. L'utilisation de tarifs unitaires constants est plus rare, et on lui reproche de ne pas permettre de recouvrer les coûts marginaux de l'exploitation des réseaux et de rendre les revenus incertains. À ce dernier égard, l'OCDE (1987b, p. 42) déclare que:

les revenus du service d'eau ... atteignent le degré d'incertitude le plus élevé possible car le prix du service correspond à la quasi-totalité des coûts. Une récession industrielle imprévue ou de fortes précipitations estivales peuvent causer de graves pertes financières.

Dans son rapport, l'OCDE (1987b) a constaté que le recours aux tarifs progressifs par bloc augmente, au moins dans bien des pays en développement. On estime que cela tient à des considérations d'équité, car les riches de ces pays emploient plus d'eau que les pauvres. En outre, plusieurs pays développés (Belgique, Grèce, Italie, Japon, Portugal et Suisse) emploient des tarifs progressifs par bloc.

Qui plus est, l'expérience étrangère montre l'importance de la mesure au compteur aux fins de l'établissement d'une tarification efficace des services d'eau. L'OCDE a constaté que la mesure au compteur est une des façons les plus efficaces de favoriser l'économie d'eau. Dans toutes les parties du globe, la mise en oeuvre de la mesure au compteur et la tarification au volume ont permis de réduire grandement la quantité d'eau utilisée. Voici certaines des réductions réalisées (OCDE, 1987b, p. 111):

Gothenberg (Suède), 33 %,
Philadelphie (É.-U.), 45 %,
Moss City (Norvège), 41 %,
Toowoomba (Australie), 41 % et
Copenhague (Danemark), 20 %.

Selon ces données et celles qui figurent au tableau 10, il semble que la mesure au compteur soit

un moyen efficace de réduire l'utilisation urbaine de l'eau. Sa viabilité économique est moins sûre. Hanke (1982, dans OCDE, 1987b, p. 107) a conclu que les avantages de la mesure au compteur étaient supérieurs à son coût à la lumière de l'étude qu'il a réalisée à Perth (Australie). Par contre, le ministère de l'Environnement du Royaume-Uni (OCDE, 1987b, p. 108) a conclu que l'implantation de la mesure au compteur n'est pas économiquement viable, bien qu'il ait reconnu le besoin de réaliser des études plus poussées à ce sujet. Dans une étude pour le compte d'Environnement Canada (ACEPU, 1989), l'Association canadienne des eaux potables et usées montre que la viabilité économique de la mesure au compteur dépend des conditions locales. Elle établit aussi un plan bénéfices-coûts pour évaluer le principe de la mesure au compteur. Les études mentionnées dans ce rapport montrent que le rapport bénéfices-coûts de la mesure au compteur est supérieur à un, ce qui indique des avantages économiques. Les résultats de l'analyse bénéfices-coûts varient d'une municipalité à l'autre parce que les conditions sont locales. Par conséquent, la mesure au compteur est, du point de vue technique, un efficace véhicule de gestion de la demande. Sa viabilité économique est plus incertaine, ce qui nécessite une évaluation locale.

L'expérience étrangère a révélé que les réseaux d'alimentation doubles peuvent jouer un rôle important dans la gestion de la demande d'eau. On peut s'approvisionner en eau non potable par les trois moyens de remplacement suivants: 1) réseau d'alimentation double exploité par une entreprise locale d'eau, 2) captage de l'eau de pluie tombant sur les toits, et 3) recyclage de l'eau à l'intérieur des habitations.

Des réseaux doubles servent à des fins ménagères à Hong Kong, au Japon, à Singapore et en Californie. Des aménagements projetés tels que celui de Tarif, en Arabie Saoudite, sont prévus pour que les deux tiers de la demande de l'an 2020 (qui atteindra 185 000 m^3 dans le cas de Tarif) seront satisfaits grâce à l'eau non potable fournie par un réseau double d'un type tout à fait nouveau. Cette eau servira à toute l'utilisation d'évacuation des cabinets, d'arrosage des jardins, des parcs publics et des rues, et de lutte contre les incendies.

Quant au captage des eaux pluviales à des fins ménagères, la South West Water Authority du Royaume-Uni a évalué à 100 litres par habitant la consommation ménagère quotidienne d'eau non potable et a jugé qu'il faudrait disposer d'un réservoir de 10 600 litres pour répondre aux besoins du ménage moyen pendant une période de 40 jours sans pluie. Pareil réservoir, qui pèserait 12 tonnes une fois rempli, devrait être placé au niveau du sol. L'alimentation des chasses des cabinets et des robinets d'eau non potable nécessiterait une pompe et un réseau de tuyauterie distincts. On a constaté qu'un investissement de 68 millions de livres sterling dans cette option ne servirait à retarder le besoin de nouvelles sources d'eau classiques que jusqu'en 1990. Malgré les avantages soutenus qu'elle présente, l'option a été jugée peu économique.

Les dispositifs résidentiels de recyclage ont fait l'objet d'expériences, mais il reste à examiner leur faisabilité en fonction du coût et les dangers qu'ils peuvent présenter pour la santé. Au cours de deux expériences faites aux États-Unis, principalement dans des habitations dotées de chasses de cabinets classiques, l'utilisation totale a diminué de 22 % et de 26 %. Même si ces résultats indiquent une réduction considérable de la demande d'eau, les dispositifs en question sont coûteux et peuvent favoriser certains troubles de santé (Rump, 1978).

Quant à l'éducation, à l'information et aux relations avec le public, l'avis général est que l'éducation du public est un volet important de la gestion de la demande urbaine d'eau. Au Japon, les avantages pécuniaires de l'économie d'eau au foyer ont été mis en évidence, mais il est reconnu que les avantages nets de l'adoption d'appareils permettant de ménager l'eau ne sont pas toujours nécessairement considérables. Il est d'autant plus difficile de mettre en oeuvre des mesures de conservation. C'est pour cela qu'il peut être utile de réaliser des programmes d'éducation du public. Le programme le plus vaste et le plus coûteux réalisé jusqu'à présent est celui de la Californie, État où l'économie d'eau a été rendue nécessaire par la rareté des ressources en eau.

SECTEUR INDUSTRIEL

Le chapitre 5 porte sur deux grands aspects de la gestion de la demande d'eau: le changement technologique et les instruments économiques de la lutte contre la pollution. L'état succinct suivant de l'expérience étrangère ne traite que de ces deux aspects.

Comme au Canada, la stratégie publique la plus couramment utilisée sur le plan international pour lutter contre la pollution est encore la réglementation appuyée par différents stimulants financiers. Tous les pays développés ont établi des règlements sur la qualité des écoulements ambiants et résiduaires. Il arrive souvent que la réglementation exige l'utilisation d'une technologie d'un certain niveau aux fins de la dépollution. La Suède, par exemple, exige l'utilisation de la meilleure technique existante dans les installations industrielles

nouvelles ou modifiées. L'OCDE (1987a, p. 40) a conclu que « les régimes de normes et de permis demeureront (probablement) des instruments supérieurs de la dépollution des effluents».

D'autre part, l'OCDE a procédé à un grand nombre d'études sur les méthodes économiques d'assainissement des effluents. Ces études ont permis de conclure que, s'ils sont jumelés à des règlements et normes sur les effluents, les redevances de déversement d'effluent ou les permis de déversement fondés sur les principes du marché peuvent être des moyens de dépollution efficaces. Bressers (1983, dans OCDE, 1984), par exemple, a employé l'analyse statistique pour étudier les rapports entre les tarifs, les normes et l'amélioration de la qualité de l'eau aux Pays-Bas. L'étude a révélé une forte corrélation entre les tarifs et la réduction de la pollution organique. De plus, un nombre considérable d'autorités des services d'eau ont indiqué que l'efficacité de la tarification était «grande» ou «très grande».

Vers le milieu des années 1970, les États-Unis ont établi un régime de certificats sur les dégagements atmosphériques, jumelés à des normes classiques sur les effluents, qui ne permet les nouveaux rejets dans un secteur qu'en vertu d'un permis, ce qui signifie que tout nouveau déversement doit être compensé par une réduction des déversements des installations existantes. De 1976 à 1983, il y a eu environ 2000 cas de compensation de ce genre, ce qui prouve la viabilité de pareil instrument fondé sur les principes du marché. Les chercheurs de l'OCDE (1984, p. 9) ont signalé ce qui suit:

puisque les États-Unis ont adopté les stimulants économiques après les règlements fondés sur les propriétés physiques, tout échange, puisqu'il est volontaire, doit avoir permis aux parties en cause de réaliser des économies sur les coûts et des profits. La limitation des effluents ne tient qu'aux instruments économiques. Qui plus est, chaque échange a permis d'améliorer la qualité de l'air.

Des études réalisées en Allemagne (Erwingmann, 1984) ont indiqué que, dans un tiers des cas examinés, l'investissement dans la dépollution découlait principalement de l'adoption d'une loi sur les redevances applicables aux effluents. De plus, environ 20 % des municipalités sondées avaient accéléré la réalisation de leurs plans de dépollution à cause des nouvelles redevances sur les effluents, et un tiers des municipalités avaient entrepris une modernisation de leurs installations en réaction à ces redevances. Or, celles-ci étaient très faibles, soit de moins de six dollars par habitant et par année.

Selon l'OCDE (1984, p. 9), il ne faut pas négliger les revenus tirés de l'imposition de redevances sur les effluents. Même des redevances unitaires très faibles peuvent permettre d'obtenir des revenus considérables. En France, les revenus engendrés au cours d'une période de cinq ans sont de 329 millions de dollars. Aux Pays-Bas, ils sont de 294 millions de dollars. L'affectation de ces montants à la construction ou à la modification d'installations de dépollution peut donner lieu à une amélioration considérable de la qualité de l'eau.

Les études de l'OCDE indiquent aussi que l'utilisation de stimulants économiques pour réduire la pollution est de 10 % à 60 % moins coûteuse que la réglementation. L'ampleur des avantages dépend de la capacité d'exploiter des solutions efficaces, de la disponibilité des options d'échange et de la rigueur des normes à respecter. Les économies baissent de façon marquée à mesure que les normes sur la qualité de l'eau augmentent. Toutefois, vu les nombreux millions de dollars en cause, même des économies de 25 % valent l'effort.

On peut en conclure, comme au chapitre 5, que la combinaison de redevances sur les effluents et de la réglementation publique peut permettre des réductions appréciables des teneurs en polluants, des réductions des coûts de mise à exécution de la loi et des augmentations des revenus, les montants économisés et supplémentaires pouvant être réinvestis dans la construction d'installations de dépollution. À plus long terme, cette combinaison d'options encourage le changement technologique, car les augmentations d'efficacité réalisées à court terme favorisent l'accélération de l'innovation destinée à réduire les coûts ou à aider au maintien de la qualité de l'environnement. Cependant, les règlements publics peuvent exiger une certaine mesure de changement technologique. Comme nous l'avons déjà indiqué, la Suède exige que les établissements industriels nouveaux ou modifiés utilisent les meilleures techniques existantes aux fins de la dépollution. Falkenmark (1977) est d'avis que cela a permis de réduire de moitié la demande industrielle d'eau. Au Japon, les déversements d'eaux usées industrielles sont réglementés en vertu de la loi de 1971 sur la dépollution de l'eau. Cette loi impose de rigoureuses exigences qualitatives aux industries qui rejettent leur effluent dans les réseaux d'égout municipaux ou les eaux réceptrices. Cela a obligé bien des usines de fabrication à adopter des aérateurs à cascades et des dispositifs de recirculation (Tamai, 1980, dans OCDE, 1987a). L'augmentation de l'utilisation brute industrielle de l'eau a plafonné en 1974 et le prélèvement d'eau douce a commencé à diminuer

la même année, au Japon. Au cours des sept années suivantes, l'utilisation brute de l'eau n'a augmenté que de 15 %, tandis que le prélèvement d'eau douce diminuait de 15 %.

Les principales conclusions tirées à l'étranger au sujet de l'utilisation industrielle s'accordent bien avec les conclusions globales exprimées dans le présent document: l'emploi d'instruments économiques aux fins de la gestion de l'eau industrielle a des effets positifs considérables s'il est jumelé aux méthodes, plus courantes, de réglementation.

SECTEUR AGRICOLE

L'irrigation des cultures dépasse de beaucoup, en importance, toutes les autres utilisations de l'eau dans un grand nombre de pays membres de l'OCDE, que sa mesure soit fondée sur les prélèvements ou sur la consommation. Dans d'autres pays (en général, ceux de l'Europe septentrionale et centrale), l'irrigation a une importance globale relativement négligeable. L'abreuvement des animaux de ferme intervient, en général, pour une proportion assez faible de l'utilisation agricole totale. C'est surtout pour cela que l'on dispose de moins d'information sur les utilisations agricoles que sur les utilisations urbaines et industrielles.

Comme au Canada, l'alimentation en eau d'irrigation a été subventionnée dans une grande proportion au sein de tous les pays développés, des points de vue tant des frais annuels d'exploitation et d'entretien que de la mise sur pied des réseaux. Il y a divers régimes de tarification dans les pays industrialisés.

En Australie, on trouve des barèmes de tarification de la plupart des types, depuis les classiques tarifs forfaitaires aux tarifs à l'utilisation, tant progressifs que dégressifs, par bloc. Ces tarifs doivent permettre de recouvrer au moins les frais d'administration de l'organisme qui les met en oeuvre. Il arrive qu'ils soient prévus pour permettre le recouvrement d'une partie ou de la totalité des frais d'exploitation et d'entretien du système de gestion et de livraison, en plus des frais d'administration. Rares sont les tarifs qui permettent de couvrir les coûts de réduction des ressources ou les immobilisations. En Australie, on juge, en gros, que les revenus tirés de la tarification doivent correspondre à environ le tiers du coût total des ressources (ministère des Ressources et de l'Énergie de l'Australie, 1983, dans OCDE, 1937a).

Aux États-Unis, environ 80 % de la prestation d'eau d'irrigation par les organismes fédéraux est financée à l'aide des deniers publics. La plupart des contrats prévoyant des tarifs sur cette eau sont des contrats à long terme qu'il n'est pas facile de réviser ou de renégocier en vue d'augmenter les tarifs. Les tarifs d'utilisation de l'eau imposés dans les secteurs tant public que privé sont fondés sur la superficie irriguée, et non sur le volume employé. Comme au Canada, l'agriculture par irrigation s'en trouve fortement subventionnée, et il en résulte une utilisation inefficace de l'eau.

Le Japon recourt à des associations d'amélioration des terres (organisations d'agriculteurs) pour administrer et surveiller les travaux d'irrigation. Le gouvernement central paie de 55 % à 60 % des immobilisations alors que les associations en question couvrent les frais d'entretien et d'exploitation des réseaux. Elles perçoivent de leurs membres des cotisations proportionnelles à la superficie des terres irriguées, et il ne semble pas y avoir de tarification au volume (OCDE, 1987b).

En somme, l'irrigation est encore fortement subventionnée sur le plan international, ce qui décourage la gestion efficace de l'eau. Dans un certain nombre de pays, on emploie des stimulants financiers pour encourager l'utilisation efficace de l'eau pour l'irrigation. En Espagne, différents avantages financiers et des prêts interviennent pour de 25 % à 50 % du coût de l'établissement de l'infrastructure appropriée à Valence et dans les Canaries (OCDE, 1987b). En Californie, on a octroyé des crédits d'impôt pour encourager le recours à de l'équipement d'irrigation permettant d'utiliser l'eau efficacement.

Vers un programme canadien de gestion de la demande d'eau

Dans la politique fédérale relative aux eaux (Environnement Canada, 1987a), on accorde beaucoup d'importance à la gestion de la demande d'eau en tant que grande orientation nouvelle de la gestion des ressources en eau du Canada. Vu l'accent qu'elle met sur la tarification réaliste de l'eau, la sensibilisation du public et la direction des travaux scientifiques, la politique a ouvert la voie à un remaniement considérable des méthodes de gestion de l'eau. La grande tâche suivante consiste à prendre les dispositions nécessaires pour que la politique donne naissance à un grand programme.

Le présent chapitre, qui est fondé sur les travaux accomplis par Brooks et Peters (1988) ainsi que Kreutzwiser et Feagan (1987) et le fruit des recherches et de l'expérience de l'auteur, constitue un premier effort d'énonciation des éléments que doit comprendre un programme efficace de gestion de la demande d'eau. Pareil programme serait destiné à mettre la demande d'eau sur un pied d'égalité avec la quantité d'eau et la qualité de l'eau aux fins de la gestion des ressources en eau du Canada. Dans ce chapitre, nous présentons d'abord les éléments généraux de la stratégie, et ensuite des stratégies plus précises applicables aux principaux groupes d'utilisateurs de l'eau. La dernière partie du chapitre indique les recherches et les données nécessaires à l'appui de la gestion de la demande d'eau.

Nous nous efforcerons de donner à ce chapitre la portée la plus vaste qu'il est raisonnable de lui donner, parce qu'il ne conviendrait pas d'être tout à fait pragmatique dans le contexte du milieu actuel de l'établissement des politiques. La plupart des stratégies particulières ont été essayées et jugées efficaces dans des domaines précis. Toutefois, dans bien des cas, l'élargissement de leur acceptabilité nécessite une étude plus poussée.

ÉLÉMENTS GÉNÉRAUX DE LA STRATÉGIE

Les éléments généraux de la stratégie créent le milieu de mise en oeuvre de la politique qui est nécessaire pour encourager la gestion de la demande d'eau. Nous présentons ci-dessous une description succincte des principaux éléments de la stratégie.

Un des principaux points qui ressort du présent document est la nécessité d'une **amélioration des pratiques de tarification de l'eau.** Le terme «gestion de la demande d'eau» implique que la tarification a une influence cruciale sur l'utilisation de l'eau. Chacun des chapitres antérieurs sur les utilisations de l'eau a mis l'accent sur le fait que les pratiques de tarification influencent non seulement le volume de l'eau demandée, mais encore la quantité des eaux usées déversées. La conclusion à en tirer est que l'établissement de pratiques de tarification témoignant de la valeur des ressources en eau est une condition préalable à tout effort sérieux de mise sur pied d'une stratégie de gestion de la demande d'eau. Si l'on engage l'amélioration et la rationalisation de la tarification, la plupart des autres éléments de la stratégie pourront être entrepris. À défaut de cette amélioration et de cette rationalisation, on ne pourra guère faire intervenir les autres éléments de la stratégie, pour la simple raison que les encouragements nécessaires n'existeront pas. C'est pourquoi une grande partie de la stratégie que nous énonçons dépend de la volonté d'améliorer les pratiques de tarification de l'eau pour qu'elles cadrent mieux avec la valeur des ressources, grâce aux moyens indiqués par Hirschleifer et coll. (1960), Hanke (1978), McNeill (1988), et dans le chapitre 4 du présent document.

Tout grand secteur de la gestion des ressources dépend de la réalisation de **vastes programmes de recherche et de collecte de données.** On peut relever un certain nombre d'orientations de recherche à adopter ou à renforcer d'après les renseignements que nous avons déjà présentés. Les recherches nécessaires se répartissent entre trois catégories: analytique, technique et socio-économique. Dans chacune de ces catégories, il y a lieu d'explorer plusieurs orientations, ce qui exige la collaboration entre les gouvernements, l'industrie privée et les établissements universitaires. On trouvera plus loin dans ce chapitre un relevé préliminaire des données et recherches nécessaires.

Il faut réaliser des **programmes d'information et d'appui en matière de tarification** afin de faciliter l'échange d'information dans deux principaux domaines: l'utilisation et l'efficacité des méthodes de tarification possibles, et l'étude des expériences de gestion de la demande vécues dans différents secteurs et situations. Comme en témoigne le présent document, on dispose d'une information considérable sur les principes de la tarification des services d'eau, et bien des

spécialistes s'entendent pour dire que l'application de ces principes donnera lieu à des pratiques de tarification fondées sur la valeur des ressources en eau. L'analyse des méthodes de tarification possibles permettra de déterminer les méthodes qui conviennent le mieux à différentes situations. Il s'agirait d'établir des moyens pratiques par lesquels la société entière pourrait profiter de la rente économique des ressources en eau, qu'en tirent déjà implicitement les utilisateurs qui s'alimentent eux-mêmes. La procédure ressemblerait aux méthodes existantes d'imposition de redevances aux producteurs pétroliers et de droits de coupe aux sociétés forestières.

Les stimulants économiques de la dépollution font encore l'objet d'une forte controverse. Bien des résultats de recherche portent à croire que l'imposition de droits de déversement serait un moyen efficace de réduire les rejets de polluants. Toutefois, les déclarations relativement mal éclairées qu'ont faites par le passé des gestionnaires et groupes environnementaux ont donné lieu à une perception des droits de déversement en tant que permis de polluer. De tels permis montrent une intervention insatisfaisante du secteur public. Or, comme nous l'avons indiqué au chapitre 5, les auteurs de ces déclarations oublient que toute forme d'intervention juridique, telle que les normes sur les effluents, constitue effectivement un permis de polluer. Il résulte de la controverse que bien des gestionnaires écartent carrément des efforts de dépollution le concept des droits de déversement. D'autre part, on dispose de solides preuves selon lesquelles la tarification de l'utilisation permettrait d'arriver aux mêmes fins que l'imposition de droits de déversement. L'établissement d'un régime efficace de stimulants de la dépollution est un bon exemple du genre d'objets qu'aurait le programme d'information et d'appui en matière de tarification. Les méthodes de tarification des déversements dont nous traitons ne permettraient probablement pas de s'attaquer au problème des effluents toxiques, qu'il faudrait régler en renforçant les règlements anti-déversement.

En outre, il faudrait que soient réalisées des études de cas sur des services publics canadiens ayant modifié leurs méthodes de tarification aux fins de la gestion de la demande, y compris la réduction de la demande de pointe. Cela permettrait d'établir une compilation des fruits de l'expérience acquise dans différentes situations, que pourraient employer les municipalités ou les sociétés projetant de prendre des mesures de gestion de la demande d'eau. Il faudrait également procéder à des relevés des pratiques de tarification employées au Canada, afin de permettre aux services publics et aux entreprises privées d'évaluer leurs propres pratiques dans un contexte global. Des études sur les redevances d'utilisation de l'eau imposées à l'industrie privée, aux sociétés de production d'énergie et aux agriculteurs, telles que celles qu'a réalisées Environnement Canada (1986a, 1986b, 1986c), sont nécessaires et devraient se poursuivre et être élargies de manière à englober d'autres secteurs. Les résultats préliminaires indiquent que les études de ce type poussent les provinces à rapprocher leurs redevances du maximum national parce que ces études leur font prendre conscience des expériences faites dans d'autres domaines de compétence.

Dans le secteur municipal, les travaux accomplis par le personnel d'Environnement Canada pour le compte du Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement (Tate, 1989) et par Fortin et Tate (1985) aident à l'obtention de données au sujet des barèmes de tarification des services d'eau et des prix de l'eau au détail des municipalités canadiennes. Pendant la période de mise en oeuvre des méthodes de tarification réformées, il faudra peut-être réaliser des programmes de soutien prévoyant notamment une aide financière destinée à compenser le manque à gagner et à permettre l'instauration de la mesure au compteur universelle.

Comme nous l'avons déjà indiqué, les utilisateurs de l'eau qui s'alimentent eux-mêmes peuvent se voir délivrer des permis par les provinces. Certaines provinces délivrent aussi des permis aux municipalités. En fait, le prix des permis est destiné à permettre à la société entière de profiter d'une partie de la rente économique que les entreprises privées tirent du fait que des sources leur sont assurées. Pour faire augmenter l'efficacité de la délivrance de permis, il serait utile d'établir des modèles de permis. Ceux-ci seraient fondés sur les lois, règlements et autres mesures institutionnelles provinciaux et fédéraux. Leur adoption permettrait une augmentation à la fois des revenus et de l'efficacité de la gestion. Il faudrait préalablement relever les différents arrangements existants de délivrance de permis, à l'étranger comme au Canada, et établir des modèles d'arrangements.

Le chapitre 2 mentionne déjà qu'une augmentation équitable des prix de l'eau constituerait un élément d'un programme d'approvisionnement et d'information en matière de tarification. Cet élément porterait sur la répartition des avantages et des incidences de la mise en oeuvre de systèmes de tarification. L'un des mythes entourant cette question établit que les usagers à faible revenu seraient moins avantagés par des systèmes de

tarification de l'eau que par le principe de subsides et l'application de tarifs uniques. Il est clair que la répartition des incidences est un élément qui est nécessaire à promouvoir les avantages équitables d'une tarification de l'eau.

L'augmentation du recours à la gestion de la demande d'eau présente un vaste éventail de possibilités de mise au point de techniques nouvelles. Pour favoriser leur réalisation, on pourrait créer un **programme de capital-risque** qui permettrait de prêter, à de faibles taux d'intérêt, des fonds nécessaires à la mise au point de produits et de pratiques d'économie d'eau. Ce programme aiderait à surmonter les obstacles financiers à la commercialisation des résultats des travaux de recherche et de développement aux fins de la mise au point des techniques nouvelles.

Pour que soit reconnue l'importance de la gestion de la demande d'eau et de la conservation de l'eau, on pourrait s'efforcer de **favoriser l'établissement d'une industrie reconnue de l'économie d'eau.** Bien des entreprises mettent actuellement au point des produits permettant de conserver l'eau, mais leurs efforts ne sont pas reconnus. La création d'une association de fabricants, d'experts-conseils et d'entrepreneurs en techniques favorisant l'utilisation efficace de l'eau mettrait ces efforts en évidence. Il existe des précédents tels que le Conservation and Renewable Energy Industry Council, qui a pour but de promouvoir la conservation de l'énergie.

L'importance de l'**éducation du public** aux fins de l'établissement de la gestion de la demande d'eau en tant que partie intégrante de la gestion des ressources en eau est un des principaux thèmes du présent document. Les efforts actuels d'éducation du public sont d'ordinaire faits pendant les périodes de crise de l'approvisionnement en eau. À Madison, dans l'État du Wisconsin, les problèmes financiers associés au besoin d'élargir le réseau d'alimentation en eau afin de répondre à la demande des jours de pointe ont poussé la municipalité à réaliser un programme de sensibilisation du public notamment par des expositions itinérantes, la présentation d'exposés et de films dans les écoles, l'affichage sur les robinets extérieurs de conseils sur l'arrosage des pelouses, la location d'espaces d'affichage sur les autobus et de panneaux publicitaires, des messages passés à la radio et à la télévision et des prospectus d'information (Deibert, 1980). Le programme a éliminé le besoin d'importantes immobilisations, permettant d'utiliser les deniers publics à d'autres fins.

Gilbert (1980, p. 46) a déclaré que les programmes de sensibilisation engagés pendant les périodes de crise peuvent être utiles à plus long terme, car le public appuie davantage l'adoption de lois sur la conservation et la réutilisation, l'amélioration des réseaux d'eau et la gestion des eaux souterraines. Sur un plan plus officiel, les efforts faits par l'Institut national pour la survivance (1985) afin de mettre au point des matières de cours d'école publique sur la conservation de l'eau sont destinés à amorcer des changements de perception et d'attitude à long terme. À un niveau supérieur, on pourrait donner, dans les écoles de génie et d'architecture, des cours ou des parties de cours sur la conception en fonction de l'utilisation efficace de l'eau. Cela favoriserait l'adoption d'approches de conception différentes dans le futur.

ÉLÉMENTS MUNICIPAUX DE LA STRATÉGIE

Il y a bien des mesures que les autorités municipales peuvent prendre pour encourager la gestion de la demande d'eau. Certaines d'entre elles ont trait à l'amélioration de l'exploitation des services publics alors que d'autres constituent des interventions directes à l'égard de la façon d'utiliser l'eau. Les projets, renseignements, techniques et programmes nécessaires à l'appui de la gestion de la demande d'eau sont présentés ci-dessous.

Il y a lieu d'interpréter la théorie de la tarification efficace de l'eau, afin de la mettre en pratique. Cela nécessite notamment l'établissement d'un **manuel global de la tarification de l'eau** qui serait adapté aux conditions canadiennes. Ce manuel comprendrait des sections sur la théorie, la comptabilité des services d'eau, la répartition des coûts entre les différentes catégories de clients, les techniques d'établissement de barèmes de tarification et l'adaptation spéciale aux services d'eau les plus petits. Ces sections seraient appuyées sur un ou plusieurs cas d'illustration qui seraient employés d'un bout à l'autre du manuel. Le manuel de tarification établi par l'AWWA (1983) est une bonne base à partir de laquelle établir un manuel canadien, pourvu que les modifications appropriées soient apportées afin de tenir compte des conditions canadiennes et d'un meilleur fondement théorique. Pareil manuel présenterait pour principal avantage qu'il permettrait d'adopter, peu à peu, des pratiques communes dans l'ensemble du Canada.

Comme nous l'avons prouvé dans le présent document, il existe différents moyens de limiter la demande d'eau. Pour faciliter la diffusion des méthodes, on devrait établir et tenir à jour un **recueil des techniques**

de gestion de la demande d'eau. Ce recueil contiendrait tous les renseignements nécessaires à l'adoption de la gestion de la demande d'eau en tant que stratégie de remplacement de la gestion de l'offre d'eau dans les municipalités, y compris des modèles d'analyse et de prévision de la demande, un répertoire des produits et techniques permettant de ménager l'eau et une description de programmes choisis de gestion de la demande d'eau. Le répertoire des techniques permettant d'utiliser efficacement l'eau qui a été établi par le Rocky Mountain Institute (Brooks et Peters, 1988, annexe A) illustre une partie de l'information que devrait comprendre pareil répertoire.

Toute stratégie de gestion de la demande d'eau doit comprendre un **programme de formation de gestion de la demande d'eau** à l'intention des gestionnaires et membres des services d'eau municipaux. Ce programme serait axé sur la sensibilisation des gestionnaires et du personnel d'exploitation au besoin de tenir compte de la modification de la demande au cours de leur recherche des solutions les moins coûteuses de gestion et d'exploitation des services publics (y compris l'expansion). Autrement dit, la sensibilisation porterait sur les options qu'offre la gestion de la demande. Les concepts de gestion de la demande pourraient être intégrés aux programmes de formation existants qui s'adressent au personnel d'alimentation en eau et d'épuration des eaux usées.

Outre les travaux conceptuels, bien des mesures positives peuvent être prises sur les plans de l'exploitation et de l'établissement de normes. Il s'agit d'une combinaison de mesures structurales, opérationnelles et socio-politiques. Les **normes et l'information nationales sur les produits** sont des composantes indispensables de tout programme de vaste portée sur la gestion de la demande d'eau, comme les normes semblables sont indispensables aux programmes énergétiques. Ces normes constitueraient des protocoles nationaux sur la mesure de l'utilisation des appareils et dispositifs dans des conditions contrôlées. L'information porterait principalement sur les étiquettes, les catalogues de produits et d'autres aspects des données sur les produits qui sont destinées aux consommateurs. Il vaudrait mieux charger un organisme existant, tel que l'Association canadienne de normalisation, de mettre en oeuvre l'élément des normes et de l'information nationales.

Les codes du bâtiment établissent des normes auxquelles doivent répondre les travaux de construction et de réfection des bâtiments. Puisque l'établissement de l'infrastructure d'un bâtiment qui sert à l'alimentation en eau et à l'évacuation de l'eau est une partie intégrante de la construction, des **codes du bâtiment types** pourraient jouer un important rôle dans la gestion de la demande future. Ces codes recommanderaient les procédures idéales de construction et de plomberie à suivre pour assurer une utilisation efficace de l'eau dans les bâtiments résidentiels, à bureaux et autres. Pour les établir, on commencerait par étudier les codes qui existent déjà à l'étranger et choisir ceux qui conviennent le mieux au Canada. Certains programmes fédéraux existants tels que le programme d'isolation de la maison R-2000 pourraient être modifiés de manière à englober les appareils ménagers à utilisation efficace de l'eau. Comme nous l'avons déjà mentionné dans le présent document, Postel (1985, p. 45) a indiqué que le propriétaire d'habitation moyen peut économiser environ 100 $ par année en coûts d'énergie grâce à l'utilisation d'appareils à eau chaude permettant d'utiliser l'eau efficacement. Cela illustre le lien étroit qui existe entre l'eau et l'efficacité énergétique. L'adoption de codes du bâtiment types applicables aux nouveaux bâtiments construits avec l'aide financière du gouvernement fédéral ou des gouvernements provinciaux est un moyen supplémentaire d'assurer l'utilisation efficace de l'eau dans les bâtiments.

La fixation de **normes d'efficacité minimale** est une mesure liée à l'établissement de codes du bâtiment types. Elle assurerait l'utilisation d'appareils et de dispositifs permettant d'utiliser efficacement l'eau, comme l'utilisation efficace de l'essence a été assurée par suite de la crise de l'énergie des années 1970. L'établissement de telles normes serait probablement une mesure à long terme, puisqu'il exigerait une approbation législative et un fort engagement de mise à exécution. De plus, il nécessiterait des ententes fédérales-provinciales.

La promotion et la réalisation d'un passage à la gestion de la demande d'eau comportent des coûts pour les utilisateurs de l'eau. La création de stimulants tels que des **programmes d'aide financière à financement public** encouragerait les constructeurs et les aménageurs à installer des appareils et dispositifs permettant d'économiser l'eau. L'aide pourrait comprendre des subventions ou des prêts à faible taux d'intérêt ou des remises sur le coût de chacun de ces appareils ou dispositifs qui serait installé. Un programme de ce genre a été réalisé avec un certain succès par la municipalité régionale de Waterloo (Ontario). Par ailleurs, on pourrait consentir des crédits d'impôt à l'égard des travaux de construction incorporant des techniques d'économie d'eau. Les programmes d'aide financière semblables

ont tendance à être très coûteux et ne devraient probablement pas être engagés avant qu'on ait évalué les options moins coûteuses.

Il arrive souvent qu'il y ait de fortes pertes d'eau attribuables à des fuites et à d'autres facteurs, ce qui rend excessivement élevés les coûts d'énergie et de produits chimiques et les frais d'entretien. De plus, l'insuffisance des connaissances ou l'inconscience au sujet des problèmes d'utilisation de l'eau et des avantages économiques de la conservation impose une importante contrainte à la gestion de l'eau. La prise de conscience à ces égards peut être favorisée, notamment, par l'établissement de **programmes de contrôle méthodique de l'utilisation de l'eau,** particulièrement dans les immeubles commerciaux. De tels programmes consistent à mesurer, dans des conditions contrôlées, l'utilisation de l'eau à l'intérieur des bâtiments, en tenant compte de tous les écoulements, y compris les fuites et les autres formes de gaspillage. Les économies que cela peut permettre de réaliser sur les frais de chauffage d'eau suffiraient probablement à payer les vérifications, et feraient indéniablement diminuer la demande d'eau.

En dernier lieu, l'éducation est d'une très grande importance aux fins de la diffusion de l'information au sujet de la gestion de la demande d'eau et de la conservation de l'eau. Cette éducation nécessiterait la mise au point de **programmes d'information et de diffusion de la technologie** à l'intention des administrateurs et propriétaires de bâtiments commerciaux. Il s'agirait de donner à ceux-ci des renseignements de base sur le matériel et les techniques permettant d'utiliser efficacement l'eau.

ÉLÉMENTS INDUSTRIELS DE LA STRATÉGIE

Bon nombre des mesures indiquées à l'égard de la gestion de la demande municipale d'eau, et particulièrement sous les rapports de l'éducation et des répertoires, s'appliquent également au secteur industriel. Toutefois, il est probable que leur mise en oeuvre dans celui-ci exige un effort beaucoup plus grand, puisque ce secteur comprend bien des composantes diverses, chacune desquelles nécessite un effort plutôt spécialisé. Qui plus est, le caractère principalement privé des activités industrielles signifie qu'il faudrait prêter plus d'attention aux incidences économiques, à la concurrence, aux répercussions internationales, etc.

Certains des éléments de programme et des éléments stratégiques indiqués à l'égard des municipalités s'appliqueraient au secteur industriel, parfois moyennant des modifications. On estime que les éléments suivants conviennent le mieux à l'industrie privée.

L'annuaire des produits et procédés permettant d'économiser l'eau contiendrait de l'information sur les techniques industrielles les plus récentes en matière de gestion de la demande d'eau, y compris des études de cas de mesures de conservation de l'eau prises dans des conditions précises. Nous avons donné plusieurs exemples de ces études au chapitre 5 du présent document. Il importerait particulièrement que l'annuaire traite des méthodes permettant d'économiser à la fois l'eau et l'énergie.

Pour diffuser les connaissances au sujet des techniques de gestion de l'eau que l'industrie privée peut employer, on pourrait établir des **autobus de l'eau** à l'instar des véhicules employés fructueusement par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources dans le domaine de l'énergie. Les fourgonnettes ou petits autobus seraient dotés du matériel nécessaire pour procéder à des contrôles simples de l'utilisation d'eau et à des calculs de rentabilité, et se rendraient auprès des petits et moyens établissements industriels. Ils compenseraient partiellement la capacité qu'ont les grandes entreprises de réaliser leurs propres études. De plus, ils pourraient servir à faire des démonstrations d'articles choisis d'équipement d'économie d'eau, mais non à participer à des modifications. Le personnel des autobus serait en mesure non seulement de donner des conseils et de diffuser de l'information technologique, mais aussi d'indiquer des sources de renseignements complémentaires et de fonds de modernisation.

L'adoption de la gestion de la demande d'eau par des industries établies comportera des frais d'acquisition de matériel nouveau ou de modification d'équipement ou de méthodes d'exploitation, etc. C'est pourquoi, comme dans le cas de la mesure semblable prévue pour les municipalités, des **programmes d'aide financière** à la réalisation de travaux de réduction de la demande d'eau encourageraient l'industrie privée à adopter des méthodes de gestion de la demande. L'aide pourrait comprendre différentes formules, telles que des prêts à faible taux d'intérêt ou des prêts garantis, ou l'amortissement accéléré. Cette aide permettrait aux entreprises de supporter la majoration des tarifs des services d'eau, particulièrement si elles devaient modifier leurs procédés de production pour réduire leur utilisation d'eau ou améliorer la qualité de leurs eaux usées. Il faudrait contrôler de près pareille aide financière. Elle ne devrait pas être octroyée si les majorations tarifaires étaient annoncées longtemps d'avance. Cependant, elle pourrait être justifiable dans certains cas où les établissements existants seraient

incapables de s'adapter seuls aux nouveaux barèmes de tarification.

ÉLÉMENTS AGRICOLES DE LA STRATÉGIE

Si une tarification plus appropriée était établie à l'égard de l'utilisation de l'eau dans le secteur agricole, il semble qu'il serait nécessaire d'adopter deux éléments stratégiques.

La **diffusion de la technologie** serait nécessaire pour donner des renseignements sur la meilleure pratique de gestion possible (voir Bureau international d'étude sur la dérivation de Garrison, 1975), en vue d'une utilisation optimale de l'eau sur les terres irriguées. De plus, la diffusion de la technologie comprendrait une formation sur l'utilisation de l'information météorologique détaillée afin d'éviter l'irrigation inutile. Pour faciliter l'échange de techniques, on ferait appel aux services de vulgarisation, aux revues agricoles et à la radiotélévision existants.

Comme dans le cas des secteurs municipal et industriel, le **programme d'aide financière** serait un important élément de stratégie. L'aide pourrait être accordée aux cultivateurs qui abandonnent la culture irriguée ou à ceux qui en ont besoin pour s'adapter à de nouveaux tarifs d'utilisation ou règlements sur les eaux usées.

RELEVÉ PRÉLIMINAIRE DES DONNÉES ET RECHERCHES NÉCESSAIRES

Puisque la gestion de la demande d'eau est un domaine relativement nouveau, bon nombre de ses aspects présentent des possibilités de recherche et d'acquisition de données. D'autre part, le succès de la stratégie dépend particulièrement de l'efficacité de l'infrastructure d'acquisition de connaissances qui l'entoure. Comme il a été indiqué dans le présent document, les efforts antérieurs de recherche et d'acquisition de données ont beaucoup contribué à la mise en évidence de la nécessité d'adopter la stratégie. Il reste à organiser de façon méthodique les connaissances acquises et à les appliquer à des problèmes pratiques de gestion de l'eau.

La présente section comprend un relevé préliminaire des besoins en travaux d'acquisition de données et en recherches sur la gestion de la demande d'eau. Elle est fondée sur des travaux antérieurs accomplis par plusieurs personnes et organisations, dont Brooks et Peters (1988), et sur les considérations présentées dans ce document. Comme l'indique le titre de la présente section, ce relevé ne constitue qu'une première étape de l'établissement d'une base de connaissances permettant d'appuyer efficacement la gestion de la demande d'eau.

Besoins en données

Comme nous l'avons montré dans les sections précédentes, bien des ensembles de données ont déjà été constitués, particulièrement sur les secteurs municipal et industriel. Ils comprennent non seulement des données de base sur les volumes d'eau prélevés, consommés et déversés, mais encore de l'information sur les utilisations finales et les coûts des services d'eau. Ces deux derniers éléments d'information sont d'une importance cruciale aux fins de la gestion. Quant aux usages finals, il est souhaitable de pouvoir projeter un ensemble d'usages de l'eau en fonction des utilisations prévues plutôt que d'abstraites projections de la production, du PNB ou d'autres variables économiques. En fait, la technique de prévision axée sur l'objectif employée dans le cadre de certaines études de la demande future d'énergie est fondée sur différents points de vue au sujet des usages finals futurs souhaités de l'énergie. Une fois qu'on a déterminé ces usages, les recherches consistent à mettre au point des mesures à prendre en vertu de politiques pour arriver aux fins souhaitées. On prétend que cette technique de sondage de l'avenir a pour avantage de permettre au décisionnaire d'influencer la projection plutôt que d'observer passivement les résultats d'opérations statistiques. L'information économique, qui est le deuxième élément des données canadiennes nécessaires au-delà des simples relevés des utilisations de l'eau, est indispensable à la détermination des rapports entre l'utilisation de l'eau et le «prix» de celle-ci. Le coût moyen de l'eau (p. ex., coût par mètre cube) peut être employé, par substitution, pour mesurer le prix de l'eau (de Rooy, 1974). On peut en conclure que les données canadiennes sur deux des principales utilisations de l'eau avec prélèvement sont relativement suffisantes.

Toutefois, il reste des lacunes notables à combler. Premièrement, on ne dispose que de peu de données sur l'utilisation agricole de l'eau au Canada. La Commission des eaux des provinces des Prairies publie des résumés quinquennaux de l'utilisation de l'eau pour abreuver le bétail, pour irriguer les cultures et à des fins ménagères rurales dans le bassin de la Saskatchewan et du Nelson. Ces résumés sont fondés sur les données provinciales. Ils portent sur une forte proportion de l'utilisation pour fin d'irrigation au Canada, mais sur une

proportion beaucoup moindre des deux autres usagers finals agricoles. Or, il n'y a pas de source de données uniformes sur ces usages dans les autres régions. Deuxièmement, il est besoin d'un ensemble convenu de catégories et de définitions d'utilisation de l'eau. Bien que les différents ensembles de données fédéraux s'accordent, il y a lieu d'établir des normes nationales pour que les chercheurs et les utilisateurs des données du Canada se comprennent bien. Troisièmement, même si l'on peut dériver des résultats de relevé dont on dispose déjà des données globales sur les utilisations finales, il serait possible de ventiler ces données par procédé utilisé et par groupe de produits. La disponibilité de telles données ventilées améliorerait la prévision de la demande d'eau (Sewell et Bower, 1968). Or, cela présente des difficultés parce qu'il faudrait que les questionnaires soient énormément plus détaillés qu'ils ne le sont et qu'il faudrait probablement adapter les relevés à des groupes d'industries précis. Les coûts supplémentaires que cela engendrerait seraient considérables. En dernier lieu, il faut établir un lien entre les données sur l'utilisation industrielle de l'eau et la production concrète plutôt que des mesures économiques. Cela est nécessaire pour améliorer la prévision de la demande parce que cela permettrait d'analyser des scénarios fondés sur des produits plutôt que sur des mesures économiques abstraites.

Besoins en recherches analytiques

Les renseignements présentés dans les parties antérieures de ce document sont fondés sur bien des recherches analytiques, dont les résultats, dans la plupart des cas, n'ont guère été mis en application. Il y a donc lieu de continuer à réaliser des recherches de ce genre afin de faire augmenter les connaissances au sujet des caractéristiques de la demande d'eau.

Il faut procéder à bon nombre de mesures et calculs de base pour pouvoir appliquer les principes de gestion de la demande d'eau dans des situations précises. Ces mesures et calculs serviront de normes aux fins des programmes de gestion de la demande d'eau. On peut les réaliser en employant des compteurs, des contrôles et des données obtenues antérieurement, notamment grâce aux différents relevés d'Environnement Canada concernant l'utilisation de l'eau.

Nous pouvons donner plusieurs exemples des mesures nécessaires. Dans le cas des résidences, il faudrait déterminer l'utilisation quotidienne de l'eau par habitant et les charges quotidiennes d'eaux usées associées à différents appareils et dispositifs. Cela nécessiterait des recherches sur des échantillons représentatifs des différents types d'habitations dans les différentes régions. Des contrôles de l'utilisation de l'eau, une surveillance et une acquisition privée de données fourniraient une information semblable sur les bâtiments commerciaux et institutionnels. Les inventaires réalisés par Wolff et coll. (1966) ainsi que McCuen et coll. (1975) illustrent les genres d'information nécessaire au sujet du secteur commercial et institutionnel. Des données analogues sur bien des groupes d'industries indiqueraient les régimes de prélèvement, de consommation, de recirculation et de déversement par type d'usine, région et utilisation finale. Si possible, cette information porterait sur des produits concrets et non sur l'emploi ou la valeur de la production. Il se peut qu'il soit impossible d'établir ainsi des normes relatives à certains groupes d'industries du Canada parce que leurs installations sont peu nombreuses et les procédés qu'ils emploient varient énormément. Quant à la demande d'eau pour fin d'irrigation, il y a lieu de déterminer des coefficients d'utilisation de l'eau par type de culture et de sol.

Des travaux considérables doivent être réalisés en matière de modélisation de la demande d'eau afin d'obtenir des connaissances sur les variables qui déterminent l'ampleur de l'utilisation de l'eau. Il faut réaliser des recherches notamment sur le rapport entre cette utilisation et le changement technologique. Puisque celui-ci est un des principaux facteurs déterminants du progrès économique, il influence inévitablement l'utilisation de l'eau. L'auteur a procédé à une analyse initiale à ce sujet (Tate, 1986), mais il y a lieu d'accomplir bien d'autres travaux, tant pour allonger la portée temporelle des travaux en cours que pour trouver de nouvelles méthodes d'analyse des incidences de la technologie sur l'utilisation de l'eau. Une méthode fondée sur la conception des procédés est prometteuse (Kindler et Russell, 1984, chap. 3).

La modélisation des rapports entre l'utilisation et la qualité de l'eau est un autre domaine de recherche analytique. Comme l'ont prouvé Demayo et coll. (1988), l'amélioration de la qualité de l'eau est une légitime demande d'eau, qui a été négligée dans la plupart des études réalisées au Canada jusqu'à présent. Le problème est qu'il faut s'assurer que la qualité de l'eau ambiante est propice à l'utilisation actuelle et future. L'établissement de rapports entre la quantité, la qualité et l'utilisation de l'eau à l'intérieur d'un modèle analytique pratique est une des frontières de la recherche dans le domaine de la gestion de la demande d'eau.

De plus, la modélisation de la demande d'eau doit servir non seulement à la prévision volumétrique, mais aussi à la projection des utilisations finales. Les

méthodes de prévision axée sur l'objectif dont nous avons traité brièvement ci-dessus méritent de faire l'objet de recherches afin qu'on puisse les appliquer à la gestion de la demande d'eau. On est en train d'adapter le modèle à cadre socio-économique de planification des ressources établi par Statistique Canada (Gault et a coll., 1987; Hoffman et coll., 1988) pour qu'il constitue un des principaux moyens de réaliser de telles analyses.

Les perspectives de réchauffement de l'atmosphère et de changement climatique peuvent influencer considérablement la demande d'eau, ce qui indique un éventail d'activités de recherche possibles. Dans bien des régions du Canada, et particulièrement les provinces des Prairies et les Grands Lacs, la disponibilité de l'eau est censée diminuer. Des recherches peuvent être réalisées notamment sur l'ampleur de la diminution par endroit, afin qu'on puisse déterminer l'intensité des efforts de gestion de la demande qui seront nécessaires ou le besoin d'augmenter l'approvisionnement. L'examen de la fluctuation des superficies de production agricole est connexe à ce besoin. La comparaison des superficies agricoles modifiées aux superficies existantes aidera à déterminer le besoin de créer de nouveaux secteurs d'irrigation et la demande d'eau correspondante. En dernier lieu, le réchauffement du climat fera probablement augmenter la demande associée à toutes les utilisations avec prélèvement. Il y a lieu d'effectuer des recherches dans chaque secteur afin de connaître les modifications probables des régimes de demande d'eau.

Besoins en recherches techniques

La recherche technique a trait à la mise au point d'équipement et de procédés efficaces. Si l'on réfléchit aux propos de Schultze au sujet de la tarification en tant que moteur du changement technologique (chapitre 2), il semble clair que le progrès technique compterait parmi les répercussions les plus importantes de la gestion efficace de la demande. Il y a bien des moyens de faire progresser la technologie de l'eau, car elle est encore dans un état passablement classique, et il n'est pas possible de les aborder ou même de les énumérer tous dans le présent document. Ce qui suit est une description succincte de certains de ces moyens.

Depuis un bon bout de temps, des entreprises commerciales mettent au point des appareils et dispositifs résidentiels permettant d'utiliser l'eau efficacement. Il en résulte que l'on peut se procurer des pommes de douche, des cabinets d'aisances, des robinets, etc., aidant à ménager l'eau. Bien qu'il soit probable que la mise au point de produits de ce type se poursuive, le besoin le plus pressant est celui de faire la démonstration des produits existants. Dans le cas des appareils ménagers tels que les laveuses et les lave-vaisselle, il faut réaliser d'autres recherches afin d'atteindre un maximum d'efficacité d'utilisation de l'eau. Pour ce qui est des utilisations à l'extérieur du foyer, il faut mettre au point ou adapter aux conditions canadiennes des appareils tels que des minuteries et des rampes d'arrosage. Il est indispensable à la mise au point du matériel que des normes de mesure de l'efficacité soient établies, préférablement par un organisme existant tel que l'Association canadienne de normalisation.

Quant aux réseaux municipaux d'alimentation en eau et d'épuration des eaux usées, il y a un vaste éventail de possibilités de recherche. B. Jank (1987, Centre technique des eaux usées, Environnement Canada, comm. pers.) a prouvé que le débit des usines d'épuration des eaux usées peut être doublé efficacement par l'informatisation. Cette constatation de recherche aura de très importantes répercussions sur la conception des nouvelles usines ainsi que la réparation et la modernisation des installations existantes. Les fuites des réseaux d'eau peuvent contribuer considérablement à l'augmentation de la demande d'eau, et des frais d'exploitation. On peut régler le problème grâce à différents moyens tels que le remplacement de réseau, l'installation de garnitures de conduite, et la détection des fuites au son. Il faut réaliser des recherches techniques pour relever les solutions de rechange, les évaluer, et choisir les plus avantageuses. En outre, des recherches techniques pourraient être réalisées, dans le cadre de la gestion de la demande, sur la récupération de l'énergie à partir des boues résiduaires des usines d'épuration des eaux usées. Le procédé en cause, conçu par le Centre technique des eaux usées, du Canada, doit faire l'objet de travaux supplémentaires avant de passer du laboratoire à l'application commerciale. La tarification réaliste que prévoit toute stratégie de gestion de la demande encouragerait de telles recherches.

Il y a bien des domaines où des recherches techniques peuvent être réalisées au sujet de l'utilisation industrielle de l'eau. Bon nombre d'entre eux ont trait à la recirculation de l'eau. Par exemple, l'équipement de séparation à membrane a été prouvé efficace, à l'échelle du laboratoire, pour l'épuration des eaux usées en usine. Il s'agirait maintenant d'adapter le procédé à

des applications à grande échelle et de le commercialiser. De plus, on pourrait procéder à des recherches sur l'équipement intégré de traitement des déchets et les modifications de procédé destinés à réduire la production de résidus. Mentionnons, pour troisième objet industriel possible de la recherche technique, l'étude de la faisabilité commerciale de la réutilisation des eaux de refroidissement aux fins de procédés et d'activités, telles que la culture hydrophonique et le chauffage, qui nécessitent un apport d'énergie. Les travaux nécessaires à ces égards ont déjà été entrepris, mais il reste beaucoup d'effort à faire pour rendre économiquement viables les techniques en question.

Il y a aussi des possibilités de recherche technique en agriculture. Puisque le climat risque de devenir plus sec et qu'il faut rationaliser l'irrigation, la mise au point de variétés cultivées supportant mieux le manque d'eau est une de ces possibilités. L'adaptation de nouvelles techniques d'irrigation aux conditions canadiennes en est une autre. Par exemple, la Nebraska Natural Ressources Commission (1985) a publié un survol de l'irrigation comprenant une évaluation d'un vaste éventail de possibilités techniques. On pourrait réaliser une étude semblable au Canada afin de s'assurer que les meilleures techniques existantes puissent être employées et fassent l'objet de la publicité appropriée.

Besoins en recherches socio-économiques

Comme nous n'avons cessé de le montrer dans le présent document, la gestion de la demande d'eau porte sur le volet socio-économique des ressources en eau beaucoup plus que les stratégies classiques de gestion de l'offre. Puisque ce volet a été quelque peu négligé par le passé (Mitchell et McBean, 1985), bien des possibilités de recherche dans le domaine de la gestion de la demande d'eau touchent aux sciences sociales. Nous traiterons de quelques-unes de ces possibilités.

Il y a trois aspects de la recherche socio-économique qui ont un caractère général car ils s'appliquent à toutes les utilisations de l'eau. Le premier est la mise au point de programmes d'éducation du public destinés à engendrer une prise de conscience des faits saillants de l'utilisation de l'eau. La difficulté d'implantation de la gestion de la demande a tenu partiellement à l'insouciance du public à l'égard de l'eau, sauf pendant les sécheresses et les inondations occasionnelles. La gestion de l'eau a été si efficace et l'eau a été si peu chère, en général, qu'il est courant que le public soit apathique à l'égard des ressources en eau. Des programmes d'éducation du public aideraient à dissiper l'apathie. En deuxième lieu, il faudrait réaliser des recherches afin de déterminer la nature de la résistance du public et des autorités à l'égard des mesures de limitation de la demande d'eau. Il arrive souvent que les autorités municipales hésitent à majorer ou à modifier les tarifs des services d'eau, et même à mesurer l'utilisation de l'eau au compteur, malgré les solides preuves scientifiques de l'efficacité de telles mesures. La compréhension précise des attitudes de ce genre est indispensable à l'établissement de programmes de gestion de la demande.

Dans le secteur municipal, il faut poursuivre les relevés afin de déterminer quelles sont les pratiques de tarification et les tarifs comparatifs de l'eau dans les différentes municipalités et provinces. Les travaux de ce genre et les analyses qui y font suite ont à peine été entrepris, seuls deux documents à ce sujet ayant été achevés jusqu'à présent (Fortin et Tate, 1985; Tate, 1989) et ni l'un, ni l'autre n'ayant été diffusé largement. Si l'on veut améliorer les pratiques de tarification de l'eau, il faut réaliser une série chronologique d'études semblables afin d'attirer l'attention des décisionnaires. Il importe principalement de poser les deux questions suivantes: 1) quels types de tarifs utilise-t-on actuellement, et 2) quels sont les prix de l'eau pour les utilisateurs municipaux? Les documents de recherche issus des relevés devraient être distribués le plus largement possible et les résultats devraient être diffusés, peut-être grâce à des prospectus d'information, au grand public.

Une fois réalisées les études sur la tarification de l'eau, on devrait étudier les rapports entre l'utilisation de l'eau par classe d'utilisateurs finals et les prix de l'eau. Les études indiqueraient l'efficacité relative de la variation des barèmes de tarification pour limiter l'utilisation municipale de l'eau. Par ailleurs, il importe que les élasticités par rapport aux prix soient calculées à l'égard d'un vaste éventail d'utilisations de l'eau. Les résultats des études pourraient servir à la conception de tarifs efficaces, à la prévision de la demande et à la planification de la modernisation ou de l'expansion de l'infrastructure.

Après avoir cerné les rapports de la demande d'eau, on devra réaliser d'importantes recherches sur la fixation de tarifs économiquement efficaces. Le guide de tarification de l'eau de l'AWWA est un exemple des résultats de pareille démarche, mais il ne témoigne plus de la meilleure information dont on dispose sur la tarification des services publics et il doit être mis à jour et adapté au Canada. Le recouvrement intégral des coûts, les tarifs de pointe et les redevances de

surconsommation sont des sujets importants sur lesquels un tel guide doit porter.

Il y a aussi plusieurs possibilités de recherche socio-économique sur le secteur industriel. Les récents travaux de Renzetti (1987) confirment les résultats de recherches antérieures selon lesquels l'utilisation industrielle de l'eau varie selon le prix. Il est possible de tracer des courbes de la demande d'eau industrielle, ce qui suppose que le prix de l'eau est une importante variable, du point de vue des politiques, influençant l'utilisation de l'eau. Ces courbes devraient être établies à l'égard de différents groupes d'industries et de différentes régions, et ce en fonction de l'évolution avec le temps. C'est ainsi qu'on pourra calculer les élasticités de la demande par rapport au prix pour un vaste éventail d'utilisations. Les calculs devraient être effectués tous les cinq ans, après chaque mise à jour du relevé fédéral de l'utilisation industrielle de l'eau. Les études permettront de prévoir avec plus d'exactitude la demande d'eau industrielle.

Les problèmes de qualité de l'eau que pose l'industrie doivent être abordés dans l'optique de la gestion de la demande afin de contrebalancer dans une certaine mesure l'optique actuelle de normalisation et de réglementation. Il faudrait plus précisément étudier de façon concluante la faisabilité de la tarification de l'utilisation ou de l'imposition de redevances sur les effluents. Le scepticisme dont ces mesures font l'objet dans la plupart des milieux de gestion de l'eau doit être contré. L'imposition d'un tarif réaliste à l'utilisation de l'environnement en tant que lieu de déversement de déchets est une des clés du succès des efforts futurs de lutte contre la dépollution.

Les ressources en eau sont de propriété publique au Canada. En théorie, le public devrait jouir d'une partie de la rente économique associée à leur disponibilité. Les gouvernements recouvrent une partie de cette rente en imposant des redevances et des taxes sur d'autres ressources de propriété publique, telles que le pétrole. Dans le domaine de l'eau, il existe un certain lien entre le recouvrement de la rente économique et les prix des permis nominaux délivrés par les provinces. Toutefois, il y a lieu d'examiner les prix des permis dans le contexte de la rente inhérente à l'utilisation de l'eau. Cela pourrait permettre non seulement d'obtenir des recettes à consacrer aux travaux relatifs à l'eau, mais aussi de rationaliser la demande d'eau.

Comme nous l'avons déjà mentionné, Giles (1986) a indiqué que les industriels ont les risques en aversion, car ils préfèrent mener leurs affaires dans un milieu de politiques prévisibles. Il en a déduit que le simple fait d'établir des mécanismes permettant d'imposer des redevances sur les déversements d'effluents à un certain moment futur (p. ex., dans 10 ans) pousserait l'industrie privée à prendre des mesures pour minimiser les redevances qu'elle serait appelée à verser. Il y a lieu de vérifier cette hypothèse car, si elle est bien fondée, une intervention minimale en matière de politiques donnerait lieu à l'adoption d'un comportement favorable à l'environnement.

La nature des liens entre l'utilisation de l'eau et le changement technologique a été indiquée au chapitre 4. On peut en déduire que c'est notamment parce que les prix de l'eau sont faibles que la technologie du domaine de l'eau est sous-développée. Les rapports entre l'utilisation de l'eau, les politiques de tarification et le changement technologique méritent d'être étudiés de façon plus approfondie, en vue de l'amélioration de la qualité de la prévision de la demande d'eau.

Évaluation des mesures de pointe de la gestion de la demande d'eau au Canada

La gestion de la demande d'eau en est à ses premiers pas au Canada. Vu la forte tradition de manipulation de l'offre d'eau afin de répondre à des «besoins» perçus, les gestionnaires canadiens de l'eau n'ont commencé que dernièrement à reconnaître que l'utilisation de l'eau est une demande qui peut être influencée par les politiques de tarification. Ils en ont pris conscience après s'être rendu compte que les ressources en eau, même dans un pays censément riche en eau, se raréfiaient. La compression des dépenses publiques, le souci de tirer le meilleur parti possible des ressources dont on dispose et le regain d'intérêt à l'égard du maintien et de l'amélioration de la qualité de l'environnement témoignent d'une prise de conscience générale de ce fait. La gestion de la demande d'eau présente d'utiles instruments et techniques permettant de dissiper les craintes, et devrait être considérée comme une stratégie d'amélioration, et non de remplacement, des méthodes actuelles de gestion de l'eau.

Comme son nom l'implique, la gestion de la demande d'eau est étroitement liée aux caractéristiques socio-économiques de l'utilisation de l'eau, et particulièrement à des pratiques judicieuses de tarification de l'eau. Le point de vue exprimé dans le présent document est que l'adoption de pratiques réalistes de tarification de l'eau est une condition indispensable à la gestion de la demande d'eau. Bien des mesures peuvent être prises pour réduire la demande d'eau sans modifier de façon appréciable la nature des activités sociales et économiques actuelles. Comme l'expérience l'a montré, ces mesures ne seront pas prises sans l'encouragement économique qui découle de pratiques de tarification témoignant de la valeur des ressources en eau. En général, le recours à une tarification réaliste de l'eau, fondée sur le recouvrement intégral des coûts et des principes économiques tels que la tarification des coûts marginaux, est le meilleur moyen de s'assurer que des régimes de stimulants financiers efficaces soient établis.

Dans le présent document, nous avons indiqué un vaste éventail de techniques permettant d'implanter la gestion de la demande d'eau dans trois grands secteurs économiques, soit les municipalités, l'industrie privée et l'agriculture. Les techniques économiques sont fondées sur les résultats de recherches indiquant que la demande est inversement proportionnelle au prix. Les techniques relatives aux structures et aux modes d'utilisation sont axées sur la modification de l'équipement d'utilisation de l'eau, l'adoption d'équipements nouveaux ou le changement des pratiques d'utilisation. Les techniques socio-politiques sont destinées à poser la base de la mise en oeuvre d'une gestion efficace de la demande. Toutefois, comme nous l'avons déjà indiqué, l'effet de toute technique dépend de l'établissement d'une judicieuse tarification de l'eau.

La gestion de la demande d'eau est une vaste gamme de stratégies de gestion qui peuvent influencer tant la qualité que la quantité de l'eau. Ses répercussions quantitatives sont inhérentes à la définition de la stratégie globale qui figure au début du présent document. Néanmoins, celui-ci porte également sur la pollution de l'eau en tant que problème fondamental ayant trait à la demande, car la demande d'absorption et de décomposition des déchets par l'eau dépasse la capacité d'assimilation (offre) de celle-ci. Pour équilibrer à peu près cette offre et cette demande, il faut mettre efficacement en pratique des stratégies axées sur la demande.

L'établissement d'une stratégie nationale de gestion de la demande est une entreprise complexe. Dans le présent document sont proposés un grand nombre d'éléments de pareille stratégie, qui varient de la refonte des barèmes tarifaires à des programmes de sensibilisation. Certains de ces éléments ont un caractère général, parce qu'ils s'appliquent à tous les secteurs de l'économie, alors que d'autres sont propres à un secteur. Tout programme national de gestion de la demande doit être appuyé sur un programme de recherche ayant une portée raisonnablement vaste. Le programme proposé comprendrait des études sur les ressources en eau à caractère tant social que physique.

La réalisation d'un programme efficace de gestion de la demande d'eau aurait bien des effets positifs. La réduction, profitable à la société, de l'utilisation ou de la consommation de l'eau permettrait d'utiliser les ressources dont on dispose de façon plus efficace, ce qui donnerait lieu à une nette augmentation du bien-être de la société. Les ressources disponibles serviraient à un plus grand nombre d'utilisations et à des fins ayant plus de valeur. D'autre part, il se peut que certaines utilisations de l'eau cessent parce qu'elles ne seraient plus

économiques. Grâce à la gestion de la demande d'eau, les investissements publics pourraient servir à un plus grand nombre d'utilisations, à la fois dans le domaine de l'eau et dans des domaines qui n'ont rien à voir avec celui-ci. L'accélération du changement technologique est un des plus importants effets d'entraînement qu'aurait la stratégie, bien qu'on ne l'ait pas encore reconnu, car certaines entreprises profiteraient des régimes de stimulants révisés. En somme, la gestion de la demande au Canada est une stratégie sous-développée de gestion des ressources en eau. Toutefois, les conditions actuelles et celles qu'on prévoit pour l'avenir immédiat imposeront une augmentation de la reconnaissance de cette stratégie. On peut tirer l'utilité maximale de la gestion de la demande en la jumelant aux méthodes axées sur l'offre, afin d'élargir l'éventail des solutions pour lesquelles les gestionnaires de l'eau peuvent opter.

RÉFÉRENCES

Acres International. 1984. Water supply constraints to energy development. Phase III. Summary report. Direction générale des eaux intérieures. Environnement Canada.

American Water Works Association (AWWA). 1983. *Manual of water supply practices: Water rates.* AWWA M1. Denver (Colorado).

American Water Works Association (AWWA). 1986. Privatization: Trend of the future? J. Am. Water Works Assoc., 78(2): 33.

Anderson, J.C., et J.E. Keith. 1981. Assessing the agricultural demand for water. Dans *Selected works in water supply, water conservation and water quality planning,* éd. J.E. Crews et J. Tang, pp. 306-315. U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Fort Belvoir (Virginia).

Association canadienne des eaux potables et usées (ACEPU). 1989. Meters made easy. Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

Barclay, D.S. 1984. Retrofitting apartment buildings to reduce costs and water demand. Can. Water Resour. J., 9(3): 45-47.

Barnett, H.J., et M.C. Morse. 1973 *Scarcity and growth: The economics of natural resources availability.* Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Baumann, D.D., J.J. Boland, et J.H. Sims. 1980. The problem of defining water conservation. The Cornett Papers, University of Victoria, Victoria (Columbia-Britannique), pp. 125-134.

Bower, B.T. 1966. The economics of industrial water utilization. Dans *Water research,* éd. A.V. Kneese et S.C. Smith, pp. 143-173. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Brooks, D.B. et R. Peters. 1988. Water:The potential for demand management in Canada. Document de travail, Conseil des sciences du Canada, Ottawa.

Bureau international d'étude sur la dérivation de Garrison. 1975. Report of the International Garrison Diversion Study Board, Commission mixte internationale, Ottawa.

Commission des eaux des provinces des Prairies (CEPP). 1982. Prairie provinces water demand study: Historical and current water uses in the Saskatchewan-Nelson basin. Regina (Saskatchewan).

Commission mondiale sur l'environnement et le développement. 1987. *Notre avenir à tous.* New York: Oxford University Press.

Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement 1987. Rapport du groupe de travail national sur l'environnement et l'économie. Ottawa.

Craddock, W.J. 1971. Linear programming models for determining irrigation demand for water. Can. J. Agric. Econ., 19(11): 84-92.

Dales, J.H. 1968. *Pollution, property and prices.* Toronto: University of Toronto Press.

Deibert, L.E. 1980. Fiscal planning and water conservation in Madison, Wis. Dans *Water conservation strategies.* AWWA Management Resource Book, pp. 12-15.

Demayo, A., D.M. Tate, et H. Vaughan. 1988. Water use analysis; Are water quality data needed? Dans Proceedings, Symposium de l'AWWA sur les données concernant l'utilisation de l'eau qui sont nécessaires à la gestion des ressources en eau, Tuscon (Arizona).

deRooy, J. 1970. The industrial demand for water resources: An economic analyses. Ann Arbor: University Microfilms.

deRooy J. 1974. Price responsiveness of the industrial demand for water. Water Resour. Res., 10(3): 403-406.

Deschamps, J.D. 1986. Privatization of water systems in France. J. Am. Water Works Assoc., 78(2) 34-40.

Doctor, R.D. 1986. Private sector financing for water systems. J. Am. Water Works Assoc., 78(2): 47-48.

Earmme, S.Y. 1979. A water use projection model for the North Saskatchewan River basin, Alberta, 1980-85: An input-output approach. Dissertation de doctorat, University of Alberta, Edmonton.

Environnement Canada. 1975. Annuaire de l'eau du Canada, 1975. N° de cat. En 36-425/1975. Ottawa.

Environnement Canada, 1983. Annuaire de l'eau du Canada 1981-1982, L'eau et l'économie. N° de cat. En 36-425/1981E.

Environnement Canada. 1986a. Annuaire de l'eau du Canada 1985, Utilisation des eaux. N° de cat. En 36-425/1985E. Ottawa.

Environnement Canada. 1986b. Redevances pour l'utilisation de l'eau dans l'industrie au Canada. 1985. Direction générale des eaux intérieures, Ottawa. Rapport interne.

Environnement Canada. 1986c. Redevances pour l'utilisation de l'eau dans la protection d'énergie au Canada, 1985. Direction générale des eaux intérieures, Ottawa. Rapport interne.

Environnement Canada. 1987a. Politique fédérale relative aux eaux.

Environnement Canada. 1987b. Redevances pour l'utilisation de l'eau dans l'agriculture au Canada, 1986. Direction générale des eaux intérieures, Ottawa. Rapport interne.

Erwingmann, D. 1984. Pollution charges in the Federal Republic of Germany. Document de base pour la Conférence internationale sur l'environnement et l'économie. Organisation de coopération et de développement économiques, Paris.

Falkenmark, M. 1977. Reduced water demand—Result of Swedish anti-pollution programme. Ambio, 6, Part 1.

Fédération canadienne des municipalités (FCM). 1985. État et financement de l'infrastructure municipale au Canada. Ottawa.

Flack, E.J. 1981. Residential water conservation. J. Water Resour. Plan. Manage. Div. ASCE, 107(1): 85-95.

Fortin, M., et D.M. Tate. 1985. Water rate setting practices in Canada. Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa. Document inédit.

Gault, F.D., K.H. Hamilton, R.B. Hoffman, et B.C. McInnis. 1987. The design approach to socio-economic modelling. Futures. 19(1): 3-26.

Gibbons, D.C. 1986. *The economic value of water.* Resources for the Future, Washington (D.C.).

Gilbert, J.B. 1980. The California drought—Out of disaster, better water management. Dans *Water conservation strategies.* AWWA Management Resource Book, pp. 44-46.

Giles, P.H. 1986. Supplementary measures project: Outline and preliminary report. Direction de la politique et de la planification stratégique, Protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa. Document de travail interne.

Grima, A.P. 1972. *Residential demand for water: Alternative choices for management.* Toronto: University of Toronto Press.

Haney, P.E., and P.E. Hagar. 1985. Dual water system design. In AWWA Seminar proceedings—Dual water systems. N° 20189. Conférence de l'American Water Works Association, tenue le 23 juin 1985. Denver (Colorado).

Hanke, S.H. 1978. A method for integrating engineering and economic planning. J. Am. Water Works Assoc., 70(9): 487-491.

Hanke, S.H. 1983. Face to face (interview). J. Am. Water Works Assoc., 75(5): 20-30.

Hanke, S.H., and M. Fortin. 1985. The economics of municipal water supply: Applying the user pay principle. Enquête sur la politique

fédérale relative au eaux, document de recherche nº 21., Ottawa.

Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. Science, 162: 1243-1248.

Hennigar, G.W. 1984. Water leakage control and sonic detection. Can. Water Resour. J., 9(3): 52-57.

Hess. P.J. 1986. Utilisation des eaux souterraines au Canada, 1981. Rapport nº 28 de l'INRH, Étude nº 140, Collection des rapports techniques de la DGEI, Institut national de recherche en hydrologie, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

Hirschleifer, J., J.C. deHaven, et J.W. Milliman. 1960. *Water supply: Economics, technology and policy.* Chicago: University of Chicago Press.

Hoffman, R.B., B.C. McInnis, et J. Robinson. 1988. Design for an integrated framework for water use and water quality analysis. Waterloo Simulation Research Facility, University of Waterloo. Manuscrit inédit disponible auprès de la Direction générale des eaux intérieures, Ottawa.

Howe, C.W. 1979. *Natural resources economics; Issues, analysis and policy.* New York: John Wiley and Sons.

Howe, C.W. C.S. Russell, et R.A. Young. 1970. *Future water demands: The impacts of technological change, public policies and changes in market conditions on the water use patterns of selected sectors of the United States economy, 1970-1990.* Resources for the Future, Washington, D.C.

Institut national pour la survivance. 1985. Social studies—Water conservation unit, grade 9. Calgary (Alberta).

Kellow, R.L. 1970. A study of water use in single dwelling residences in the city of Calgary, Alberta. Thèse de maîtrise, Department of Economics and Rural Sociology, University of Alberta, Edmonton.

Kindler, J., et C.S. Russell. 1984. *Modeling water demands.* Toronto: Academic Press.

Kitchen, H.M. 1975. Évaluation statistique d'une foncton exprimant la demande d'eau domestique. Étude nº 11, Série des sciences sociales. Direction de la planification et de la gestion des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

Kneese, A.B. 1977. *Economics and the environment.* Markham, Ontario: Penguin Books.

Kollar, K.L., et P. MacAuley. 1980. Water requirements for industrial development. J. Am. Water Works Assoc., 72(1): 2-9.

Kreutzwiser, R. et R Feagan. 1987. Utilization of water demand management strategies among southern Ontario municipalities. Department of Geography, University of Guelph, Guelph, Ontario.

Kuhn, T.1970. *The structure of scientific revolutions.* Chicago: University of Chicago Press.

Loudon, R.M. 1986. Municipal experiences in pricing and water conservation. A paper delivered at the Canadian Public Works Conference and Equipment Show, 11-14 mai 1986, Ottawa.

MacLaren, J.W. 1987. Magnitude of the problem of the rehabilitation of municipal water distribution systems in Ontario. Manuscrit inédit.

Manitoba Gazette. 1987. Licence fees. 116, 16 p. 854.

McCuen, R.H., R.C. Sutherland, et J.R. Kim. 1975. Forecasting urban water use: Commercial estabilshments. J. Am. Water Works Assoc., 67(5): 239-244.

McMillan, T. 1987a. Le gouvernement fédéral et l'insfrastructure municipale. Notes pour une allocution prononcée pendant la première conférence canadienne sur l'infrastructure urbaine hôtel Royal York, Toronto (Ontario), 5 février 1987.

McMillan, T. 1987b. Un juste prix pour l'eau du Canada. Notes pour une allocution devant l'Association québécoise des techniques de l'eau, Palais des congrès, Montreal (Quebec).

McNeill, R. 1988. Economic theory of water pricing. Document du personnel. Région du Pacifique et du Yukon, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Vancouver (Colombie-Britannique).

Millerd, F.W. 1984. The role of pricing in managing the demand for water. Can. Water Resour. J., 9(3): 7-16.

Ministère de l'Environnement de l'Alberta. 1977. A review of in-stream flow needs: Methodologies for fish and recommendations for instituting protective measures in Alberta. Division de la planification, Edmonton (Alberta). Manuscrit.

Mitchell, B., et E. McBean. 1985. Water resources research in Canada: Issues and opportunities. Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche nº 16. Ottawa.

Muir, T., et A. Sudar. 1987. Toxic chemicals in the Great Lakes basin ecosystem, some observations. Région de l'Ontario, Environnement Canada, Burlington (Ontario).

Muller, R.A. 1985. The socioeconomic value of water in Canada. Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche nº 5. Ottawa.

Nebraska Natural Resources Commission. 1985. Water use efficiency. State Water Planning and Review Process, Lincoln (Nebraska).

Organisation de coopération et de développement économiques (OECD). 1984. Economic instruments: Review and outlook. Comité de l'environnement de l'OCDE, Groupe d'experts en économie, ENV/ECO/CI/83.9, Paris.

Organisation de coopération et de développement économiques. 1987a. Improved water demand management state of the art. Comité de l'environnement de l'OCDE, Groupe sur la gestion des ressources naturelles. ENV/NRM/87.2, Paris.

Organisation de coopération et de développement économiques. 1987b. Tarification des services relatifs à l'eau. Paris.

Pearse, P.H. F. Bertrand, et J.W. McLaren. 1985. Vers un renouveau: Rapport définitif, Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux. Nº cat. En 37-71/1985-1E, Ottawa.

Penman, A. 1974. The experience with the effluent charge scheme of the city of Winnipeg. Environnement Canada, Ottawa. Manuscrit inédit.

Postel, S. 1985. Conserving water: The untapped alternative. Paper 67, Worldwatch Institute, Washington (D.C.).

Renzetti, S. 1987. The economic aspects of industrial water use. Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa. Manuscrit inédit.

Robinson, J.E. 1980. Demand modification as a supply alternative: A case study of the Regional Municipality of Waterloo, Ontario, Canada. Department of Environmental Studies, University of Waterloo, Waterloo (Ontario). Manuscrit inédit.

Robinson, J.E., et M. Anderson. 1985. The role of water demand management in a federal water policy. Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche nº 20. Ottawa.

Rump, M.E. 1978. Potential water economy measures in dwellings: Their feasibility and economics. Paper CP 65/78, Building Research Establishment, Watford, U.K.

Schultze, C.W. 1977. *The public use of private interest.* The Godkin Lectures. Cambridge, Mass. Harvard University Press.

Sewell, W.R.D., et B.T. Bower. 1968. Forecasting the demands for water. Direction de la politique et de la planification, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Sewell, W.R.D., et L. Roueche. 1974. The potential impact of peak load pricing on urban water demands: Victoria, British Columbia, a case study. Dans *Priorities in water management, Victoria,*

B.C., éd. F.M. Leversedge, University of Victoria, Western Geographical Series, Vol. 8, pp. 141-161.

Sherwood, D.E. 1986. Water-related resources in the Kettle-Granby river basin. Région du Pacifique et du Yukon, Environnement Canada, Vancouver.

Solow, R.M. 1957. Technical change in the aggregate production function. Rev. Econ. Stat., 39: 310-320.

Statistique Canada. 1985. Annuaire du Canada. Ottawa.

Tate, D.M. 1971. Water requirement of the iron and steel industry in the Canadian Great Lakes basin. Document de travail 71-2, Direction de la politique et de la planification, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Tate, D.M. 1977. Enquête sur l'utilisation de l'eau dans les industries manufacturières, en 1972-Résumé des résultats. Étude nº 17, Collection des sciences sociales, Direction de la planification et de la gestion des eaux, Direction générale des eaux intérieures, ministère des Pêches et de l'Environnement du Canada. Ottawa.

Tate, D.M. 1979. Prélèvement de l'eau dans la partie canadienne du bassin des Grands Lacs de 1975 à 2035. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, pour le compte du Comité de travail international sur les dérivations et les prélèvements des eaux des Grands Lacs, Ottawa.

Tate, D.M. 1983. Mode d'utilisation de l'eau dans les industries manufacturières du Canada, 1976. Étude nº 18, Collection des sciences sociales, Direction de la planification et de la gestion des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

Tate, D.M. 1984. Industrial water use and structural change in Canada and its regions: 1966-1976. Dissertation de doctorat, Université d'Ottawa, Ottawa.

Tate, D.M. 1985. Alternative forecasts of Canadian water use, 1985-2011. Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux, document de recherche nº 17. Ottawa.

Tate, D.M. 1986. Structural change implications for industrial water use. Water Resour. Res.., 22(11): 1526-1530.

Tate, D.M. 1987. Current and projected water uses in Canada, 1981-2011. Dans Canadian Aquatic Resources, Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences 215, éd. M. Healy et R. Wallace, Pêche et Océans Canada, Ottawa, pp. 43-69.

Tate, D.M. 1988. Industrial water use and structural change. Dans Proceedings, symposium de l'AWWA sur les données concernant l'utilisation de l'eau en gestion des ressources en eau, Tucson (Arizona).

Tate, D.M. 1989. La tarification de l'eau dans les municipalités canadiennes en 1986-Méthodes et prix actuels. Étude nº 21, Collection des sciences sociales, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

Tate, D.M. et D.M. Lacelle. 1978. Municipal water use in Canada. Can. Water Resour. J., 3(2): 61-78.

Tate, D.M., et D.M. Lacelle. 1987. Utilisation municipale de l'eau au Canada, 1983. Étude nº 20, Collection des sciences sociales, Direction de la planification et de la gestion des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

Tate, D.M., et D.N. Scharf. 1985. Utilisation de l'eau dans les industries du Canada, 1981. Étude nº 19, Collection des sciences sociales, Direction de la planification et de la gestion des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa,

Thomas, J.F.J. 1959. Nelson River Drainage Basin in Canada, 1953-56. Industrial Water Resources of Canada, levé hydrographique nº 10, ministère des Mines et des levés techniques, Ottawa.

Union internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles (UICN). Stratégie mondiale de la conservation, Gland (Suisse).

Wade Miller Associates. 1987. The nation's public works: Report on water supply. Categories of Public Works Series, National Council on Public Works Improvement, Washington (D.C.).

Westerhoff, G.P. 1986. An engineer's view of privatization: The Chandler experience. J. Am. Water Works Assoc., 78(2): 41-46

White, G.F. 1961. The choices of use in resource management. Nat. Resour. J., 1(1): 23-40.

Wolff, J.B., F.P. Linaweaver, Jr. et J.C. Geyer. 1966. Water use in selected commercial and institutional establishments in the Baltimore metropolitan area. Report on the Commercial Water Use Research Project. Department of Environmental Engineering Science, The Johns Hopkins University.

Woolman, N. 1962. *The value of water alternative uses.* Albuquerque: University of New Mexico Press.

Young, R.A., et S.L. Gray. 1972. Economic value of water: Concepts and empirical estimates. NTIS, # PB 210356, Springfield (Virginia).